Este libro es un *best-seller* internacional que, desde su publicación en 1968, no ha cesado de reeditarse en decenas de idiomas. Una razón de su gran éxito es que en él se narran en primera persona los acontecimientos que desembocaron en uno de los descubrimientos científicos más sensacionales de todos los tiempos: la comprensión de la estructura del ácido desoxirribonucleico, la molécula de la herencia. Pero la importancia de dicho descubrimiento no explica por sí sola el éxito de *La doble hélice*. Este libro es además una genial descripción del modo en que trabajan los científicos, de sus anhelos y sus mezquindades. Es, en suma, un relato sobre una faceta de la existencia humana que interesa a todos: la naturaleza del éxito.

Además de descubrir la estructura del ADN, James Watson ha realizado muchas otras contribuciones al desarrollo de la biología molecular y ha sido director del Centro para la Investigación del Genoma Humano en EE.UU. En 1962 recibió el premio Nobel de Medicina junto con Francis Crick y Maurice Wilkins, los otros dos protagonistas de este libro.

La doble hélice
James Watson
20



James Watson

La doble hélice

Un relato autobiográfico sobre el descubrimiento del ADN

Biblioteca Científica Salvat





La doble hélice

Biblioteca
Científica
Salvat



James Watson

La doble hélice

Un relato autobiográfico sobre
el descubrimiento del ADN

SALVAT

Versión española de la obra original inglesa: *The Double Helix*,
publicada por Penguin Books Ltd, Middlesex

Traducción: Adolfo Martín
Revisión: Eduardo Cruells
Diseño de cubierta: Ferran Cartes / Montse Plass

A Naomi Mitchison

ISBN: 84-345-8880-3 (Obra completa)
ISBN: 84-345-8900-1 (Volumen 20)
Depósito Legal: B-33637-1993
Publicada por Salvat Editores, S.A., Barcelona
Impresa por Printer, i.g.s.a., Noviembre 1993
Printed in Spain

PRÓLOGO

Este relato de los acontecimientos que condujeron a la solución de la estructura del ADN, la materia genética fundamental, es extraordinario en varios aspectos. Cuando Watson me pidió que escribiera el prólogo, me sentí complacido.

En primer lugar, destaca el interés científico de tales acontecimientos. El descubrimiento de la estructura de esta famosa molécula, realizado por Crick y Watson, ha sido uno de los más importantes acontecimientos científicos del presente siglo. Es sorprendente el número de investigadores que ha inspirado, y ha provocado un desarrollo tal de la bioquímica que ha transformado dicha ciencia. Yo fui una de las personas que instaron al autor para que escribiera sus recuerdos mientras aún estaban frescos en su mente, sabiendo lo importantes que serían como aportación a la historia de la ciencia. El resultado ha rebasado toda expectativa. Los últimos capítulos, en los que se describe de un modo tan vívido el nacimiento de la nueva idea, poseen una extraordinaria calidad dramática; la tensión va ascendiendo ininterrumpidamente hacia el clímax final. No conozco ningún otro caso en el que pueda uno participar de un modo tan íntimo en los esfuerzos, las dudas y el triunfo final del investigador.

Por otra parte, el relato constituye un claro ejemplo de un dilema con el que, a veces, puede verse enfrentado un investigador. Sabe que un colega ha estado trabajando durante años sobre un problema y que ha logrado acumular gran cantidad de datos que no han sido aún publicados porque se prevé que el éxito está a la vuelta de la esquina. Él conoce esos datos y tiene buenas razones para creer que un nuevo método, tal vez un simple nuevo punto de vista, conducirá directamente a la solución. En semejante momento, ofrecerse a colaborar podría muy bien ser considerado como una intro-

misión. ¿Debe seguir adelante él solo? Resulta difícil estar seguro de si la crucial nueva idea es realmente suya o ha sido inconscientemente asimilada en conversaciones con otras personas. La comprensión de esta dificultad ha llevado al establecimiento entre los científicos de un código un tanto vago que, hasta cierto punto, reconoce un derecho en una línea de investigación acotada por un colega. Pero cuando la competición se plantea desde varios lugares distintos, no hay necesidad de abstenerse. Este dilema aparece con toda claridad en la historia del ADN. Constituye fuente de profunda satisfacción para todos los íntimamente afectados que, en la concesión del premio Nobel de 1962, se rindiera debido tributo a la larga y paciente investigación de Wilkins en el King's College de Londres, así como a la brillante y rápida solución final hallada por Crick y Watson en Cambridge.

Por último, está el interés humano de la historia, la huella dejada por Europa y, en particular, por Inglaterra en un joven de los Estados Unidos. El autor escribe con ingenua franqueza, al estilo de Samuel Pepys*. Quienes figuran en el libro deben leerlo con espíritu muy indulgente. Debe recordarse que su libro no es más que una aportación autobiográfica a la historia que algún día se escribirá. Como el propio autor confiesa, el libro es una recopilación de impresiones, más que de hechos históricos. Las cuestiones eran a menudo más complejas y los motivos de quienes tenían que enfrentarse a ellas eran menos tortuosos de lo que él creyó en su momento. Por otra parte, hay que admitir que su intuitiva comprensión de las debilidades humanas da frecuentemente en el clavo.

El autor ha mostrado el manuscrito a varios de los que tuvimos alguna participación en los sucesos en él relatados, y hemos sugerido esporádicas correcciones de puntos históricos concretos. Sin embargo, personalmente, me he sentido reacio a alterar demasiados detalles, ya que el estilo lozano y directo con que han sido registrados los acontecimientos constituye una parte esencial del interés de este libro.

WILLIAM LAWRENCE BRAGG

* Samuel Pepys (1633-1703) fue un alto funcionario de la marina de guerra inglesa que escribió un celebrado diario íntimo, publicado después de su muerte, en el que se descubre la sociedad de su tiempo con gran amenidad y con una asombrosa sinceridad. (N. del R.)

PRÓLOGO DEL AUTOR

Doy aquí una versión personal de cómo fue descubierta la estructura del ADN. Al hacerlo, he tratado de captar la atmósfera de los primeros años de la posguerra en Inglaterra, donde ocurrieron la mayoría de los sucesos importantes. Como espero que este libro muestre, la ciencia rara vez avanza en el sentido recto y lógico que imaginan los profanos. En lugar de ello, sus pasos hacia delante (y, a veces, hacia atrás) suelen ser sucesos muy humanos en los que las personalidades y las tradiciones culturales desempeñan un importante papel. A este efecto, he intentado plasmar mis primeras impresiones de los acontecimientos y personalidades más relevantes en el descubrimiento de la estructura del ADN, más que presentar una valoración que tome en cuenta los muchos hechos de los que he tenido conocimiento más tarde. Aunque tal vez esta última orientación fuera más objetiva, con ello no conseguiría reflejar el espíritu de una aventura que se caracterizó tanto por una juvenil arrogancia como por la convicción de que la verdad, una vez hallada, sería sencilla, además de bella. Así pues, muchos de mis comentarios pueden parecer unilaterales e injustos, pero esto es lo que suele ocurrir dada la incompleta y apresurada manera en que los seres humanos deciden, con frecuencia, aceptar o rechazar una nueva idea o amistad. Sea como fuere, en este relato expongo mis ideas y la forma en que yo veía a las personas y a mí mismo entre 1951 y 1953.

Me doy cuenta de que los demás protagonistas de esta narración contarían de otra forma algunas partes de la misma, tal vez porque su recuerdo de lo que sucedió difiere del mío, o, quizás en más casos aún, porque nunca hay dos personas que vean los mismos acontecimientos bajo idéntica luz. En este sentido, nadie podrá es-

cribir jamás un relato definitivo de cómo fue establecida la estructura del ADN. Sin embargo, pienso que la historia debe ser narrada, en parte porque muchos de mis amigos científicos han expresado curiosidad acerca del modo en que fue hallada la doble hélice y para ellos una versión incompleta es mejor que ninguna. Pero aún más importante, creo, es que existe una ignorancia general acerca de cómo se "hace" la ciencia. No quiere esto decir que todo proceso científico se desarrolle del modo que aquí se describe. No es éste el caso, ni mucho menos, pues los estilos de investigación científica varían casi tanto como las personalidades humanas. Pero, por otra parte, no creo que la forma en que se descubrió la estructura del ADN constituya una extraña excepción en un mundo científico complicado por las contradictorias influencias de la ambición y el sentido del juego limpio.

El pensamiento de que debía escribir este libro me ha acompañado casi desde el mismo momento en que fue descubierta la doble hélice. Por eso, mi recuerdo de muchos de los acontecimientos significativos es mucho más completo que el de la mayoría de los demás episodios de mi vida. He hecho también amplio uso de cartas que escribí a mis padres a intervalos semanales. Me han resultado de gran utilidad para fijar con exactitud la fecha de muchos de los incidentes. Igualmente importantes han sido las valiosas observaciones de varios amigos, quienes, amablemente, leyeron las primeras versiones y, en algunos casos, dieron descripciones muy detalladas de incidentes que yo había relatado en forma menos completa. Desde luego, es posible que mis recuerdos difieran de los suyos, por lo que este libro debe ser considerado como mi punto de vista sobre el asunto.

Varios de los primeros capítulos fueron escritos en las casas de Albert Szent-Györgyi, John A. Wheeler y John Cairns, y quiero expresarles aquí mi agradecimiento por las silenciosas y tranquilas habitaciones con vistas al océano que pusieron a mi disposición. Los últimos capítulos fueron escritos con la ayuda de una beca Guggenheim, que me permitió volver por breve tiempo a Cambridge, donde disfruté de la amable hospitalidad del director y claustro de profesores del King's College.

En la medida en que me ha sido posible, he incluido fotografías tomadas en la época en que se desarrolla la historia, y, a este respecto, quiero manifestar mi gratitud a Herbert Gutfreund, Peter Pauling, Hugh Huxley y Gunther Stent por enviarme algunas de sus instantáneas. En cuanto a la asistencia editorial recibida, me encuentro en deuda con Libby Aldrich por sus agudas observaciones, dignas de nuestros mejores estudiantes de Radcliffe, y con Joyce Lebowitz por impedirme maltratar por completo el idioma inglés y por sus innumerables comentarios acerca de lo que debe ser un buen libro. Finalmente, quiero hacer presente mi agradecimiento a Thomas J. Wilson por la inmensa ayuda que me prestó desde el mismo momento en que vio el primer borrador. Sin sus juicios y sus sensatos y afectuosos consejos tal vez no hubiera llegado nunca a publicarse este libro en —así lo espero— una forma correcta.

JAMES D. WATSON

Universidad de Harvard
Cambridge, Massachusetts
Noviembre de 1967

LA DOBLE HÉLICE

En el verano de 1955 me uní a un grupo de varios amigos que se encontraban en los Alpes. Alfred Tissieres, a la sazón del King's College, había dicho que me llevaría a la cumbre del Rothorn, y, aunque siento pánico hacia el vacío de los abismos, no parecía ser aquél el momento adecuado para mostrarse cobarde. Así pues, tras hacerme conducir por un guía hasta el Allinin, cubrí las dos horas de viaje hasta Zinal en el autobús correo, confiando en que el chófer no se mareara mientras conducía a bandazos el autobús por la estrecha carretera que serpentea sobre las rocosas pendientes. Al llegar, encontré a Alfred delante del hotel, hablando con un profesor del Trinity College, de largos bigotes, que había estado en la India durante la guerra.

Como Alfred estaba aún desentrenado, decidimos pasar la tarde dando un paseo hasta un pequeño restaurante situado en la base del enorme glaciar que desciende desde el Obergabelhorn, y sobre el cual habíamos de caminar al día siguiente. Estábamos a unos minutos de distancia del hotel, cuando vimos un grupo que se aproximaba hacia nosotros. Reconocí en seguida a uno de los escaladores. Era Willy Seeds, un científico que, varios años antes, había trabajado con Maurice Wilkins en el King's College de Londres* sobre las propiedades ópticas de las fibras del ADN. Willy me vio también, redujo su paso y, por un momento, pareció que iba a quitarse la mochila y se iba a quedar a charlar un rato. Pero lo único que dijo fue: "¿Qué tal está el honrado Jim?" Y, apretando rápidamente el paso, descendió por el sendero.

---

* Una sección de la Universidad de Londres, que no debe confundirse con el King's College de Cambridge. (N. del R.)

Más tarde, mientras subía con dificultad la pendiente, me puse a pensar en nuestros anteriores encuentros en Londres. Entonces, el ADN era aún un misterio, y nadie estaba seguro de quién lo desvelaría ni de si, en el caso de que resultara ser tan excitante como casi en secreto creíamos, llegaría a merecérselo. Pero la carrera había terminado ya, y, como uno de los ganadores, sabía que la historia no era sencilla y, desde luego, no como la relataban los periódicos. El éxito se debió principalmente a cinco personas: Maurice Wilkins, Rosalind Franklin, Linus Pauling, Francis Crick y yo. Y como Francis fue la fuerza dominante que dio forma a mi papel en el asunto, comenzaré el relato con él.

CAPÍTULO I

Nunca he visto a Francis Crick comportarse con modestia. Quizá lo haga en compañía de otras personas, pero yo nunca he tenido motivos para juzgarle así. Sin embargo, esto nada tiene que ver con su actual fama. Hoy se habla mucho de él, generalmente con reverencia, y tal vez algún día llegue a ser considerado tanto como Rutherford o Bohr. Pero no era así cuando, en el otoño de 1951, llegué al Laboratorio Cavendish de la Universidad de Cambridge para unirme a un pequeño grupo de físicos y químicos que trabajaban sobre las estructuras tridimensionales de las proteínas. En aquel tiempo, Francis Crick tenía treinta y cinco años y era casi un desconocido. Aunque algunos de sus colegas más íntimos comprendían el valor de su rápida y penetrante mente y con frecuencia buscaban su consejo, no era muy apreciado y la mayoría de la gente pensaba que hablaba demasiado.

Al frente de la unidad a la que pertenecía Francis se hallaba Max Perutz, un químico de origen austríaco que llegó a Inglaterra en 1936. Perutz llevaba más de diez años recopilando datos sobre la difracción de los rayos X en los cristales de hemoglobina y estaba empezando a conseguir algunos resultados. Le ayudaba en ello sir Lawrence Bragg, director del Cavendish. Durante casi cuarenta años, Bragg, premio Nobel y uno de los fundadores de la cristalografía, había estado utilizando los métodos de difracción de los rayos X para resolver estructuras de dificultad siempre creciente*.

---

* Para una clara descripción de la técnica de difracción de los rayos X, véase la obra de John Kendrew *The Thread of Life: An Introduction to Molecular Biology.* (Cambridge: Harvard University Press, 1966), pág. 14.

Cuanto más compleja era la molécula, más feliz se sentía Bragg si un nuevo método permitía su elucidación. Así, durante los primeros años de la posguerra se había consagrado a la tarea de resolver las estructuras de las proteínas, las más complicadas de todas las moléculas. A menudo, cuando sus obligaciones administrativas se lo permitían, visitaba el despacho de Perutz para discutir los últimos datos obtenidos mediante los rayos X.

En un punto medio entre Bragg, el teórico, y Perutz, el experimentador, se encontraba Francis, quien en ocasiones realizaba también experimentos, aunque preferentemente se dedicaba al estudio de las teorías que trataban de resolver las estructuras de las proteínas. Cuando encontraba algo nuevo, a menudo se excitaba en extremo y al instante iba a contárselo a cualquiera que quisiera escucharle. Uno o dos días después, comprobaba que su teoría era errónea, y de nuevo volvía a experimentar hasta que el aburrimiento engendraba un nuevo ataque a la teoría.

Francis exponía siempre sus ideas con gran dramatismo. Sin embargo, sus disquisiciones contribuían a alegrar la atmósfera del laboratorio, donde los experimentos solían prolongarse por espacio de varios meses o años. La atención que despertaba Crick se debía en parte al volumen de su voz: hablaba más alto y más de prisa que ningún otro, y cuando reía era posible oírle desde cualquier punto del Cavendish. Casi todos disfrutábamos con estos momentos de exultación, en especial cuando disponíamos de tiempo para escucharle con atención y para decirle, lisa y llanamente, que habíamos perdido el hilo de sus argumentos. Pero había una notable excepción: las conversaciones con Crick alteraban a sir Lawrence. La intensidad de la voz de Francis era suficiente para hacer que Bragg se trasladara a otra habitación más tranquila. Sólo raras veces acudía a tomar el té al Cavendish, ya que eso significaba soportar la retumbante voz de Crick. Y, aun entonces, tampoco estaba Bragg a salvo por completo. En dos ocasiones, el corredor que pasaba ante su despacho quedó inundado de agua que salía de un laboratorio en el que Crick estaba trabajando. Francis, con su interés en la teoría, olvidaba asegurar el tubo de goma a la bomba de succión.

En la época en que yo llegué, las teorías de Francis se extendían mucho más allá de los confines de la cristalografía de las proteínas. Le atraía cualquier cosa importante, y con frecuencia visitaba otros laboratorios para ver qué nuevos experimentos se habían realizado. Aunque por lo general se mostraba cortés y considerado con los colegas que no captaban el verdadero significado de los experimentos que éstos acababan de realizar, nunca les ocultaba este hecho. Inmediatamente les sugería una serie de nuevos experimentos que debían confirmar su interpretación. Además, no podía por menos de ir diciendo a todo aquel que quisiera escucharle qué gran impulso podría dar a la ciencia su nueva teoría.

Como consecuencia, existía un inconfesado pero auténtico temor hacia Crick, en especial entre sus colegas que aún tenían que crearse una reputación. El modo en que se apoderaba de inmediato de sus datos y trataba de reducirlos a coherentes modelos producía en sus amigos la inquietante aprensión de que, en un futuro próximo, tuviera éxito y descubriera al mundo la ofuscación de sus mentes oculta por los considerados y corteses modales de los colegios de Cambridge.

Aunque tenía derecho a comer una vez a la semana en el Caius College, Crick aún no pertenecía a ningún colegio*. En parte, esto se debía a su propia decisión. Evidentemente, no deseaba verse obligado a soportar la innecesaria presencia de los estudiantes aún no graduados. Otro factor era también su risa, contra la que, con seguridad, se rebelarían muchos profesores del colegio si se vieran sometidos a su retumbante sonoridad más de una vez a la semana. Estoy seguro de que esto molestaba a Francis, aun cuando, evidentemente, sabía que la mayor parte de la vida académica está dominada por pedantes hombres de edad madura, incapaces de divertirle ni de instruirle en nada que valiera la pena. Siempre quedaba el recurso del King's College, muy inconformista, que era capaz de absorberle sin que ni él ni la institución perdieran nada de su carácter. Pero, a pesar de los grandes esfuerzos realizados por sus amigos, quienes le consideraban un excelente compañero de mesa, nunca se pudo ocultar el hecho de que una observación casual formulada tomando una copa de jerez podría lanzar a Francis como un azote sobre la vida de uno.

* El sistema de funcionamiento de las Universidades de Cambridge y Oxford difiere del de las demás universidades de Inglaterra. Ambas son, en realidad, federaciones de "colegios" *(colleges)*, y la enseñanza y la investigación se realizan en gran parte independientemente en cada uno de ellos. (N. de R.)

CAPÍTULO II

Antes de mi llegada a Cambridge, Francis apenas se había ocupado del ácido desoxirribonucleico (abreviadamente, ADN) y de su papel en la herencia. Y no porque considerara el tema carente de interés; todo lo contrario. Un factor importante que contribuyó a su abandono de la física y el desarrollo de un acusado interés por la biología había sido la lectura, en 1946, de la obra del célebre físico teórico Erwin Schrödinger *¿Qué es la vida?* Este libro sugería con mucha elegancia que los genes eran los componentes clave de las células vivas, y que para comprender qué es la vida debemos saber cómo actúan los genes. Cuando Schrödinger escribió este libro, en el año 1944, la idea generalmente aceptada era que los genes eran tipos especiales de moléculas proteínicas. Pero casi en esa misma época, el bacteriólogo O. T. Avery se hallaba realizando en el Rockefeller Institute de Nueva York varios experimentos que demostraban que los caracteres hereditarios podían ser transmitidos de una célula bacteriana a otra por moléculas purificadas de ADN.

Y puesto que se sabía que el ADN está presente en los cromosomas de todas las células, los experimentos de Avery sugerían que futuros experimentos habrían de demostrar que todos los genes estaban compuestos de ADN. Si esto era cierto, ello significaba para Francis que las proteínas no serían la piedra de Rosetta para descifrar el verdadero secreto de la vida. En su lugar, el ADN habría de suministrar la clave que nos permitiera averiguar cómo los genes determinan, entre otras características, el color de nuestro cabello, el de nuestros ojos, muy probablemente nuestra inteligencia relativa y, tal vez, incluso nuestra capacidad para divertir a los demás.

Desde luego, había científicos que pensaban que las pruebas en favor del ADN no eran concluyentes y preferían creer que los genes

eran moléculas proteínicas. Sin embargo, Francis no se preocupaba por estos escépticos. Muchos de ellos eran necios quisquillosos que apostaban infaliblemente por los caballos perdedores. No podía ser uno un buen científico sin comprender que, en contraste con la concepción popular sostenida por los periódicos y por las madres de los científicos, buen número de ellos no sólo son obtusos y de mentalidad estrecha, sino también simplemente estúpidos.

Sin embargo, Francis no estaba entonces preparado para saltar al mundo del ADN. Su importancia básica no le parecía, por sí sola, causa suficiente para apartarle del campo de las proteínas, en el que sólo llevaba dos años trabajando y del que apenas estaba empezando a dominar sus principios. Por otra parte, sus colegas del Cavendish sólo estaban interesados marginalmente en los ácidos nucleicos y, aun en circunstancias financieras óptimas, se precisarían dos o tres años para formar un grupo de investigación dedicado fundamentalmente a examinar la estructura del ADN mediante rayos X.

Además, una decisión semejante crearía una embarazosa situación de competencia. Por aquel entonces, el trabajo molecular sobre el ADN era en Inglaterra, a todos los efectos prácticos, propiedad personal de Maurice Wilkins, un licenciado que trabajaba en Londres, en el King's College. Al igual que Francis, Maurice había estudiado física y utilizaba como principal instrumento de investigación la difracción de los rayos X. Habría parecido mal que Francis abordara un problema en el que Maurice había trabajado durante varios años. Agravaba la cuestión el hecho de que ambos, casi de la misma edad, se conocían personalmente. Antes de que Francis volviera a casarse, se habían reunido varias veces a comer para hablar de asuntos científicos.

Todo hubiera resultado mucho más fácil si cada uno hubiese vivido en países distintos. El carácter hermético de la sociedad inglesa —todas las personas importantes, si no estaban emparentadas por matrimonio, parecían conocerse unas a otras— junto con el sentido inglés del juego limpio impedía a Francis abordar el problema de Maurice. En Francia, donde el juego limpio evidentemente no existía, estos problemas no habrían surgido. Tampoco en los Estados Unidos se habría planteado una situación semejante. Nadie esperaría que un investigador de Berkeley se abstuviera de abordar un problema importante por el hecho de que alguien del Cal Tech*

* California Institute of Technology. (N. del R.)

hubiera empezado primero. En Inglaterra, sin embargo, esto no habría parecido bien.

Y, lo que era peor aún, Maurice frustraba a Francis continuamente al no mostrar suficiente interés por el ADN. Parecía disfrutar exponiendo lenta e incompletamente argumentos importantes. No era cuestión de inteligencia ni de sentido común. Maurice poseía ambas cualidades, era evidente; prueba de ello es que fue el primero que se dedicó a investigar el ADN. Pero Francis sentía que nunca lograría convencer a Maurice de que uno no puede ir con cautela cuando tiene entre las manos dinamita como el ADN. Además, cada vez le era más difícil a Maurice apartar de su mente a su ayudante, Rosalind Franklin.

No era que estuviese enamorado de Rosy, como nosotros la llamábamos; todo lo contrario. Casi desde el mismo momento en que llegó al laboratorio de Maurice, empezaron a contrariarse mutuamente. Maurice, un principiante en el trabajo de difracción de los rayos X, necesitaba alguna ayuda profesional y confiaba en que Rosy, experta cristalógrafa, pudiera ayudarle en sus investigaciones. Sin embargo, Rosy no veía la situación de esta manera. Pretendía que el ADN era problema suyo y no se consideraba como ayudante de Maurice.

Sospecho que al principio Maurice esperaba que Rosy se pacificaría. No obstante, bastaba con fijarse en ella para saber que no se doblegaría con facilidad. Se abstenía deliberadamente de realzar sus cualidades femeninas. Aunque sus rasgos eran algo angulosos, no carecía de atractivo, y si hubiera prestado un poco más de interés a su modo de vestir habría resultado deslumbrante. Pero no lo hacía. Nunca había carmín en sus labios que contrastara con sus negros cabellos y, a sus treinta y un años, su atuendo no demostraba más imaginación que la de las adolescentes inglesas de medias azules. Resultaba fácil verla como producto de una madre insatisfecha que pensara que una carrera profesional podía salvar a una muchacha brillante de casarse con algún hombre estúpido. Aunque éste no era el caso. Su austera vida, dedicada a la ciencia, no podía ser explicada de esta manera: era hija de una erudita y acomodada familia de banqueros.

Era evidente que Rosy tendría que marcharse o cambiar de actitud. Y dados sus beligerantes modales, era preferible lo primero, ya que resultaría muy difícil para Maurice mantener una posición dominante que le permitiera pensar sin estorbos en el ADN. Y no es que en ocasiones no tuviera motivo para quejarse. El King's poseía dos

salones, uno para hombres, el otro para mujeres; una situación anacrónica, ciertamente. Pero él no tenía ninguna responsabilidad en ello, y no resultaba agradable soportar la recriminación de que el salón de las mujeres permaneciera en un estado sórdido y desastrado, mientras se había gastado un dineral en hacer la vida agradable a él y a sus amigos cuando tomaban el café por la mañana.

Por desgracia, Maurice no podía encontrar ninguna excusa decente para despedir a Rosy. En primer lugar, ella pensaba que tenía un puesto seguro para varios años. Por otra parte, era innegable que poseía una gran inteligencia. Con sólo que pudiera dominar sus emociones, su colaboración resultaría de un gran valor. Pero el simple deseo de que las relaciones mejorasen era como participar con desventaja en un arriesgado juego, pues el fabuloso químico del Cal Tech, Linus Pauling, no estaba sometido a las limitaciones del juego limpio británico. Tarde o temprano, Linus, quien acababa de cumplir los cincuenta años, intentaría obtener el más importante de todos los premios científicos. No había duda a este respecto. Nuestras primeras investigaciones nos daban a entender que Pauling no podía ser el mejor químico de su generación si no comprendía que el ADN era la más importante de todas las moléculas. Además, existía una prueba definitiva. Maurice había recibido una carta de Linus en la que le pedía una copia de las fotografías a rayos X del ADN cristalino. Tras cierta vacilación, contestó diciendo que deseaba estudiar más detenidamente los datos antes de enviarle las fotografías.

Para Maurice, todo esto resultaba muy turbador. No se había pasado al campo de la biología sólo para encontrarla tan incómoda como la física, con todas sus consecuencias atómicas. La presión de Linus y Francis a menudo le impedía dormir. Pero, al menos, Pauling estaba a seis mil millas de distancia, e incluso Francis estaba a unas dos horas de viaje en ferrocarril. Por lo tanto, el verdadero problema era Rosy. No podía evitar el pensamiento de que el mejor hogar para una feminista estaba en el laboratorio de otra persona.

CAPÍTULO III

Wilkins fue el primero que avivó mi interés acerca de los trabajos realizados con rayos X sobre el ADN. Sucedió en Nápoles con ocasión de una pequeña reunión científica celebrada sobre las estructuras de las grandes moléculas halladas en células vivas. Corría entonces la primavera de 1951, antes de que yo conociera la existencia de Francis Crick. En esa época me dedicaba ya al estudio del ADN, pues había venido a Europa con una beca de posdoctorado para aprender su composición bioquímica. Mi interés por el ADN había nacido del deseo de aprender qué eran los genes, deseo que ya sentí durante el último curso de mis estudios de enseñanza media. Más tarde, en la *graduate school* de la Universidad de Indiana, abrigué la esperanza de llegar a resolver el secreto de los genes sin tener que aprender química. Este deseo surgió en parte por pereza, ya que, siendo estudiante en la Universidad de Chicago, estaba principalmente interesado en el estudio de las aves y me las arreglaba para evitar seguir cualquier curso de física o química que pareciese revestir aunque sólo fuera una mediana dificultad. Los bioquímicos de Indiana me animaron a aprender química orgánica, pero después de haber utilizado un mechero Bunsen para calentar un poco de benceno se me dispensó de más cursos de química. Era menos peligroso carecer de aquellos conocimientos que correr el riesgo de otra explosión.

Así pues, no me vi enfrentado a la perspectiva de aprender química hasta que fui a Copenhague para realizar mis investigaciones de posdoctorado con el bioquímico Herman Kalckar. Al principio, viajar al extranjero parecía ser la solución perfecta para evitar una vez más cualquier contacto con la química, una condición estimulada en ocasiones por mi supervisor, el microbiólogo italiano Salva-

dor Luria. Éste aborrecía intensamente a la mayoría de los químicos, en especial a la competitiva variedad de ellos que se daba en la jungla de Nueva York. Kalckar, sin embargo, era cultivado, y Luria esperaba que en su civilizada y continental compañía yo aprendiese los principios básicos para la investigación química sin necesidad de reaccionar contra los químicos orgánicos orientados hacia el beneficio económico inmediato.

En aquel tiempo, los experimentos de Luria versaban principalmente sobre la multiplicación de los virus parásitos de las bacterias, llamados bacteriófagos (o fagos, para abreviar). Durante algunos años, había existido entre los genetistas de más relieve la sospecha de que los virus eran una especie de genes desnudos. En ese caso, el mejor modo de averiguar qué era un gen y cómo se multiplicaba consistía en estudiar las propiedades de los virus. Y como los virus más simples eran los fagos, había surgido, entre 1940 y 1950, un creciente número de científicos (el grupo fago) que estudiaba estos virus con la esperanza de que, al fin, llegarían a saber cómo los genes controlaban la herencia celular. Al frente de este grupo se hallaban Luria y su amigo Max Delbrück, físico teórico de origen alemán, a la sazón profesor en el Cal Tech. Mientras Delbrück confiaba en que los experimentos puramente genéticos podrían resolver el problema, Luria se preguntaba a menudo si la solución real no llegaría sólo después de haber sido desvelada la estructura química de los virus, es decir, de los genes. En lo más íntimo, sabía que es imposible describir el comportamiento de algo cuando no se sabe qué es. Por eso, consciente de que nunca se decidiría a aprender química, Luria pensó que el proceder más adecuado era enviarme a mí, su primer estudiante serio, a un químico.

No tuvo ninguna dificultad para decidir entre un químico especializado en proteínas y uno en ácido nucleico. Aunque sólo la mitad de la masa de un virus bacteriano era ADN (la otra mitad estaba formada de proteína), el experimento de Avery hacía suponer que éste era el material genético básico. Así pues, trabajar sobre la estructura química del ADN podría ser el paso esencial para descubrir cómo se duplican los genes. Sin embargo, en contraste con lo que sucedía con las proteínas, los datos firmes y concretos que se conocían del ADN era escasos. Sólo unos cuantos químicos trabajaban en él, y excepto el hecho de que los ácidos nucleicos eran grandes moléculas construidas a base de otras pequeñas, los nucleótidos, no había casi ningún carácter químico en el que los genetistas pudieran centrar su atención. Además, los químicos que trabajaban en el

ADN eran casi siempre químicos orgánicos sin ningún interés en la genética. Kalckar constituía una brillante excepción. En el verano de 1945, había llegado al laboratorio de Cold Spring Harbor, en Nueva York, para seguir el curso de Delbrück sobre virus bacteriófagos. Así, tanto Luria como Delbrück esperaban que el laboratorio de Copenhague fuese el lugar donde las técnicas combinadas de la química y la genética pudieran finalmente producir dividendos biológicos positivos.

Sin embargo, su plan resultó un fracaso completo. Herman no me estimulaba en lo más mínimo. En su laboratorio, me sentía tan indiferente a la química del ácido nucleico como lo había estado en los Estados Unidos. Esto se debía, en parte, a que no veía cómo el tipo de problema en que él estaba trabajando entonces (el metabolismo de los nucleótidos) podía conducir a nada que revistiese un interés inmediato para la genética. Además, concurría el hecho de que, aunque Herman era en realidad muy tratable, resultaba imposible comprenderle.

No obstante, podía entender el inglés del íntimo amigo de Herman, Ole Maaløe. Ole acababa de regresar de los Estados Unidos, concretamente del Cal Tech, donde había adquirido un enorme interés por los mismos fagos en que yo había trabajado para graduarme. A su regreso, renunció a sus anteriores investigaciones y estaba consagrando todo su tiempo al estudio del fago. En aquel entonces era el único danés que trabajaba con fagos, y se sintió extraordinariamente complacido al saber que yo y Gunther Stent, un investigador de fagos del laboratorio de Delbrück, habíamos acudido a colaborar con Herman. Al poco tiempo, Gunther y yo íbamos con regularidad al laboratorio de Ole, situado a varias millas de distancia del de Herman, y al cabo de unas semanas ambos estábamos realizando experimentos con Ole.

Al principio, algunas veces me sentía a disgusto realizando un trabajo sobre fagos con Ole, ya que la beca me había sido concedida para aprender bioquímica con Herman; en un sentido estrictamente literal, yo estaba violando las condiciones de la misma. Por otra parte, antes de que transcurrieran tres meses de mi llegada a Copenhague se me pidió que propusiera mis planes para el año siguiente. No resultaba asunto sencillo, dado que no tenía ningún plan. La única solución era pedir más fondos, a fin de pasar otro año con Herman. Hubiera resultado contraproducente confesar que no llegaba a interesarme en la bioquímica. Además, no veía ninguna razón por la que no hubieran de permitirme cambiar mis planes,

una vez mi beca hubiese sido renovada. Así pues, escribí a Washington diciendo que deseaba quedarme en el estimulante ambiente de Copenhague. Como esperaba, mi beca fue renovada. Era razonable dejar que Kalckar (a quien conocían personalmente varios de los electores de becarios) instruyera a otro bioquímico.

Estaba también la cuestión de los sentimientos de Herman. Quizá le afectaba el hecho de que apenas me dejara ver por su laboratorio. Cierto que se mostraba muy vago acerca de la mayoría de las cosas y, en realidad, tal vez no se hubiera dado cuenta. Sin embargo, por fortuna, mis temores no tuvieron tiempo de confirmarse. Merced a un acontecimiento completamente imprevisto, mi conciencia moral se tornó clara. Un día de primeros de diciembre, me dirigía en bicicleta al laboratorio de Herman. Esperaba otra agradable pero totalmente incomprensible conversación. No obstante, esta vez encontré que Herman podía ser comprendido. Tenía algo importante que comunicar: su matrimonio estaba acabado, y esperaba conseguir el divorcio. Este hecho dejó pronto de ser un secreto, pues él lo comunicó también a todos los demás miembros del laboratorio. Al cabo de unos días, quedó claro que la mente de Herman no iba a concentrarse en la ciencia durante algún tiempo, quizá durante todo el período que yo iba a permanecer en Copenhague. Así pues, el hecho de que no tuviera que enseñarme la bioquímica del ácido nucleico fue, evidentemente, una suerte. Era libre de pedalear todos los días hasta el laboratorio de Ole, en la conciencia de que, sin duda, era mejor engañar a los electores de becarios sobre la materia en que estaba trabajando que obligar a Herman a hablar de bioquímica.

Además, a veces me sentía totalmente complacido con los experimentos que desarrollaba sobre virus bacteriófagos. Al cabo de tres meses, Ole y yo habíamos concluido una serie de experimentos sobre el comportamiento de una partícula de virus bacteriófago cuando se multiplicaba en el interior de una bacteria hasta formar varios centenares de nuevas partículas de virus. Había datos suficientes para una publicación respetable y, en rigor, sabía que podíamos dejar de trabajar durante el resto del año sin que se nos considerara improductivos. Por otra parte, también era evidente que yo no había hecho nada que fuera a decirnos qué era un gen ni cómo se reproducía. Y, a menos que me hiciera químico, no veía cómo iba a conseguirlo.

Así pues, recibí con agrado la sugerencia de Herman de que aquella primavera le acompañara a la estación zoológica de Nápoles, donde él había decidido pasar los meses de abril y mayo. Un viaje a Nápoles parecía algo muy sensato. No tenía sentido quedarse sin hacer nada en Copenhague, donde no existe la primavera. Por otra parte, el sol de Nápoles podría ayudarme a aprender algo acerca de la bioquímica del desarrollo embrionario de los animales marinos. Podría ser también un lugar en el que me fuera posible leer con calma algo sobre genética. Y, cuando me cansara de ello, siempre podría coger un texto de bioquímica. Sin la menor vacilación, escribí a los Estados Unidos pidiendo permiso para acompañar a Herman a Nápoles. Una jovial carta afirmativa en la que, de paso, se me deseaba un buen viaje, llegó a vuelta de correo desde Washington. Incluía, además, un cheque de doscientos dólares para gastos de viaje. Esto me hizo sentirme algo deshonesto mientras emprendía la ruta hacia el sol.

LA DOBLE HÉLICE

CAPÍTULO IV

Tampoco Maurice Wilkins había ido a Nápoles para dedicarse en serio a la ciencia. El viaje desde Londres era un inesperado regalo de su director, el profesor J. T. Randall. En principio, se había previsto que Randall acudiera al simposio sobre las macromoléculas y entregara una comunicación acerca del trabajo que se desarrollaba en su nuevo laboratorio de biofísica. Al encontrarse en aquel momento con excesivos compromisos, había decidido enviar en su lugar a Maurice. Si no hubiera acudido nadie, su laboratorio del King's College hubiera quedado en mal lugar. Había que invertir mucho del escaso dinero del erario público para poner en marcha sus trabajos de biofísica, y existían sospechas de que era dinero tirado.

No se esperaba que nadie preparara una complicada ponencia para una reunión como aquélla. Tales simposios congregaban, de un modo rutinario, a un pequeño número de invitados que no entendían italiano y a un gran número de italianos, casi ninguno de los cuales comprendía el inglés —único idioma común a los visitantes— hablado con rapidez. El punto culminante del congreso consistía en una excursión a algún edificio artístico o algún templo. Rara vez había ocasión para nada más que banales observaciones.

Cuando Maurice llegó, yo estaba ya impaciente por regresar al norte. Herman me había engañado por completo. Durante las seis primeras semanas que pasé en Nápoles, padecí frío constantemente. A menudo la temperatura oficial es mucho menos significativa que la ausencia de calefacción central. Ni la estación zoológica ni mi deteriorada habitación, situada en lo alto de un edificio de seis pisos del siglo XIX, ofrecían ningún calor. Si hubiera albergado aunque no fuera más que un mínimo interés en los animales marinos, habría

hecho algún experimento. La actividad que comportan resulta mucho más estimulante que permanecer sentado en la biblioteca con los pies sobre una mesa. En ocasiones permanecía nervioso junto a Herman cuando éste persistía en sus explicaciones bioquímicas, y algunos días incluso llegaba a entender lo que decía. Aunque, de hecho, daba igual que prestase o no atención a sus argumentos. Los genes nunca estaban en el centro, ni siquiera en la periferia, de sus pensamientos.

Pasaba la mayor parte del tiempo caminando por las calles o leyendo artículos publicados en los primeros tiempos de la genética. A veces, soñaba despierto en descubrir el secreto del gen, pero ni una sola vez se me ocurría alguna idea respetable. Era difícil, pues, evitar la sensación de que no estaba logrando nada. Ni siquiera la idea de que no había ido a Nápoles a trabajar me hacía sentir mejor.

Conservaba la ligera esperanza de que pudiera extraer algún provecho de la reunión sobre las estructuras de las macromoléculas biológicas. Aunque no sabía nada de las técnicas de difracción de los rayos X que dominaban el análisis estructural, confiaba en que los argumentos expuestos de palabra resultasen más comprensibles que los artículos de las revistas, los cuales pasaban por mi cabeza sin dejar huella. Tenía especial interés en escuchar la conferencia que había de pronunciar Randall sobre los ácidos nucleicos. En aquel tiempo, no existía publicado casi nada sobre las posibles configuraciones tridimensionales de una molécula de ácido nucleico. Lógicamente, este hecho influía en mi despreocupación para estudiar química. Pues, ¿por qué había de interesarme en aprender aburridos principios químicos si los especialistas en esta ciencia no suministraban nada incisivo sobre los ácidos nucleicos?

Sin embargo, todas las probabilidades estaban entonces en contra de cualquier auténtica revelación. Gran parte de las conferencias sobre la estructura tridimensional de las proteínas y los ácidos nucleicos era pura palabrería. Aunque los trabajos sobre el tema llevaban más de quince años desarrollándose, la mayoría de las ponencias, si no todas, eran discutibles. Las hipótesis formuladas con convicción se debían, probablemente, a entusiastas cristalógrafos a quienes complacía hallarse en un terreno donde sus ideas no podían ser refutadas con facilidad. Así, aunque de hecho todos los bioquímicos, incluyendo a Herman, eran incapaces de comprender los argumentos de quienes trabajan con rayos X, no parecían preocuparse demasiado por ello. No tenía sentido aprender complicados métodos matemáticos para que, al fin, todo siguiera igual. En

consecuencia, ninguno de mis profesores había considerado jamás la posibilidad de que yo realizara la investigación posdoctoral con un cristalógrafo de rayos X.

No obstante, Maurice no me decepcionó. El hecho de que fuera un sustituto de Randall no suponía ninguna diferencia, pues yo no sabía nada de ninguno de los dos. Su conferencia distó de ser vacua y destacó con mucho sobre las demás, varias de las cuales no guardaban ninguna relación con la finalidad de aquel simposio. Por fortuna, éstas fueron pronunciadas en italiano, por lo que el evidente aburrimiento de los invitados extranjeros no habría de ser interpretado necesariamente como una falta de cortesía. Otros varios conferenciantes eran biólogos continentales, huéspedes a la sazón de la estación zoológica, quienes sólo aludieron de pasada a la estructura macromolecular. Por contraste, la fotografía del ADN mediante difracción de rayos X que presentó Maurice iba al grano. Fue proyectada casi al final de su conferencia. El sobrio estilo inglés de Maurice no permitía el entusiasmo mientras afirmaba que la fotografía revelaba muchos más detalles que otras anteriores y podía, de hecho, ser considerada como procedente de una sustancia cristalina. Y cuando la estructura del ADN fuese conocida, tal vez nos halláramos en mejor situación para comprender cómo actuaban los genes.

De pronto, me sentí interesado por la química. Antes de la conferencia de Maurice, me había preocupado la posibilidad de que los genes fueran extraordinariamente irregulares. Ahora, sin embargo, sabía que podían cristalizar y, por consiguiente, debían poseer una estructura regular que podría ser resuelta de una manera directa. En seguida empecé a preguntarme si sería posible unirme a Wilkins para trabajar sobre el ADN. Terminada la conferencia, traté de buscarle. Quizá sabía más de lo que sus palabras habían indicado. Con frecuencia, si un científico no tiene la plena seguridad de estar en lo cierto, vacila al hablar en público. Pero no tuve oportunidad de hablar con él; Maurice se había desvanecido.

No encontré ocasión de presentarme a él hasta el día siguiente, cuando todos los participantes salimos de excursión a los templos griegos de Pesto. Mientras esperábamos el autobús, me dirigí a Maurice y le expliqué lo interesado que estaba en el ADN. Pero, antes de que pudiera sonsacarle, tuvimos que subir al autobús y fui a reunirme con mi hermana Elizabeth, que acababa de llegar de los Estados Unidos. En los templos nos dispersamos todos, y cuando trataba de acaparar de nuevo a Maurice comprendí que quizás había tenido un extraordinario golpe de buena suerte. Maurice había

advertido que mi hermana era muy atractiva, y al poco rato estábamos almorzando juntos. Me sentía inmensamente complacido. Durante años había visto a Elizabeth perseguida por una serie de estúpidos mentecatos, y de pronto se abría la posibilidad de que su vida cambiara. Ya no tenía que enfrentarme a la certidumbre de que acabaría unida a un retrasado mental. Además, si a Maurice le gustaba mi hermana, era inevitable que yo podría asociarme a su trabajo con los rayos X sobre el ADN. El hecho de que Maurice se excusara y fuera a sentarse solo no me importó. Evidentemente, tenía buenos modales y daba por supuesto que yo deseaba conversar con Elizabeth.

Sin embargo, tan pronto llegamos a Nápoles mis sueños de gloria se desvanecieron. Maurice se dirigió a su hotel con sólo un fortuito ademán de despedida. Ni la belleza de mi hermana ni mi intenso interés por la estructura del ADN le habían atrapado. Nuestro futuro no parecía estar en Londres. Así pues, emprendí viaje a Copenhague con la perspectiva de más bioquímica que evitar.

CAPÍTULO V

Olvidé a Maurice, pero no su fotografía del ADN. Era imposible apartar de mi mente una clave potencial del secreto de la vida. El hecho de que yo fuera incapaz de interpretarla no me preocupaba. Ciertamente, era mejor imaginarme a mí mismo adquiriendo fama y renombre que convertirme en un anodino académico que nunca hubiera arriesgado una idea. También resultaba un estímulo el rumor de que Linus Pauling había resuelto parcialmente la estructura de las proteínas. La noticia me llegó en Ginebra, ciudad en la que me había detenido unos días para charlar con el investigador suizo sobre fagos Jean Weigle, que acababa de regresar del Cal Tech, donde había estado trabajando todo el invierno. Antes de marcharse, Jean había asistido a la conferencia en que Linus había presentado los resultados de sus investigaciones.

Pauling pronunció su conferencia con su habitual talento dramático. Sus palabras fluían como si se hubiera dedicado al teatro toda su vida. Una cortina mantuvo oculto su modelo hasta casi el final de la conferencia, momento en que Linus desveló con orgullo su última creación. Entonces, con ojos centelleantes, explicó las características específicas que hacían a su modelo —la hélice α— particularmente hermoso. Esta actuación, como todas las suyas, encantó a los estudiantes más jóvenes que se encontraban entre el público. Linus era único. La combinación de su prodigiosa inteligencia y de su contagiosa sonrisa era invencible. Sin embargo, varios profesores contemplaron esta actuación con encontrados sentimientos. Ver a Linus saltar de un lado a otro sobre la mesa de demostración y moviendo los brazos como un prestidigitador a punto de sacarse un conejo del zapato, les hacía sentirse incómodos. ¡Habría sido mucho más fácil de aceptar el modelo si Linus, por lo menos, hubiera

mostrado un poco de humildad! Aunque dijera tonterías, a causa de su inagotable seguridad en sí mismo sus hipnotizados estudiantes no lo sabrían jamás. Muchos de sus colegas esperaban calladamente el día que se pusiera en evidencia al cometer un error importante.

Pero Jean no podía decirme entonces si el modelo de Linus de la hélice α era correcto. Él no era cristalógrafo de rayos X y no podía juzgar el modelo profesionalmente. Con todo, varios de sus amigos más jóvenes, especializados en química estructural, pensaban que la hélice α ofrecía muy buen aspecto. Los amigos de Jean suponían, por tanto, que Linus debía estar en lo cierto. Si era así, había realizado una hazaña de extraordinaria significación. Sería la primera persona en proponer algo sólidamente correcto sobre la estructura de una macromolécula de gran importancia en biología. Era concebible que, al hacerlo, pudiera presentar un nuevo y sensacional método susceptible de ser aplicado a los ácidos nucleicos. Sin embargo, Jean no recordaba nada especial. Lo más que pudo decirme fue que no tardaría en publicarse una descripción de la hélice α.

Cuando estuve de regreso en Copenhague, había llegado ya de los Estados Unidos la revista que contenía el artículo de Linus. La leí rápidamente y volví a leerla al instante. La mayor parte del lenguaje utilizado estaba por encima de mis conocimientos, así que sólo pude obtener una impresión general de su argumentación. Me era imposible juzgar si tenía validez. De lo único que estaba seguro era de que estaba escrito con estilo. Pocos días después, llegó el número siguiente de la revista. Esta vez contenía siete artículos más de Pauling. También en ellos el lenguaje era brillante y lleno de figuras retóricas. Un artículo empezaba con la frase: "El colágeno es una proteína muy interesante." Esto me inspiró las primeras palabras del ensayo que yo escribiría sobre el ADN, si resolvía su estructura. Una frase como "los genes son interesantes para los genetistas" distinguiría mi forma de pensar de la de Pauling.

Empecé a preguntarme dónde podría aprender a resolver las fotografías hechas mediante difracción de los rayos X. El Cal Tech no era el lugar adecuado, y Linus era demasiado importante para perder el tiempo enseñando a un biólogo matemáticamente deficiente. Y tampoco quería ser evitado de nuevo por Wilkins. Quedaba Cambridge, donde yo sabía que alguien llamado Max Perutz estaba interesado en la estructura de las grandes moléculas biológicas, en particular la proteína hemoglobina. Así pues, escribí a Luria explicándole mi pasión recién descubierta y preguntándole si sabía cómo conseguir mi admisión en el laboratorio de Cambridge. Inesperadamente, resultó que esto no constituía ningún problema. Poco después de recibir mi carta, Luria acudió a una pequeña reunión que se celebraba en Ann Arbor, donde coincidió con el colaborador de Perutz, John Kendrew, quien por entonces se hallaba en un prolongado viaje por los Estados Unidos. Por fortuna, Kendrew causó una favorable impresión en Luria. Al igual que Kalckar, poseía un trato afable; además, apoyaba al partido laborista. A esto se sumaba el hecho de que el laboratorio de Cambridge se hallaba escaso de personal y Kendrew estaba buscando a alguien que se asociara con él en su estudio de la proteína mioglobina. Luria le aseguró que yo cumpliría perfectamente y, al instante, me comunicó la buena noticia.

Estábamos entonces a primeros de agosto, y faltaba un mes para que expirase mi beca. Eso quería decir que no podía demorar por más tiempo el comunicar a Washington mi cambio de planes. Decidí esperar hasta que fuera admitido oficialmente en el laboratorio de Cambridge. Siempre existía la posibilidad de que algo saliera mal. Parecía, pues, prudente retrasar la embarazosa carta hasta que pudiese hablar personalmente con Perutz y explicarle con mucho más detalle lo que esperaba conseguir en Inglaterra. Sin embargo, no me marché en seguida de Copenhague. Volví al laboratorio de Ole, y en él seguí realizando experimentos que resultaban divertidos. Por otra parte, no deseaba estar fuera de allí durante la Conferencia Internacional sobre Poliomielitis que se iba a celebrar en breve y que había de reunir en Copenhague a varios investigadores de fagos. Max Delbrück figuraba entre los participantes y, toda vez que era profesor en el Cal Tech, quizá tuviese más noticias sobre el reciente método de Pauling.

Sin embargo, Delbrück no me proporcionó ninguna nueva luz sobre el particular. La hélice α, aun cuando fuese correcta, no había proporcionado ningún avance en el campo de la biología. A Delbrück parecía aburrirle mucho hablar del tema. Ni siquiera mi información de que existía una buena fotografía a rayos X del ADN suscitó ningún comentario en él. Pero yo no tuve oportunidad de sentirme deprimido por la característica brusquedad de Delbrück, pues el congreso sobre la poliomielitis constituyó un éxito sin igual. Desde el momento en que llegaron los varios centenares de delegados, el champaña, proporcionado en parte con dólares americanos, comenzó a correr con abundancia, ayudando a levantar las barreras internacionales. Todas las noches, a lo largo de una semana, tenían lugar recepciones, banquetes y excursiones a los bares del puerto.

Era mi primer contacto con la alta sociedad, vinculada en mi mente con la decadente aristocracia europea. Una importante verdad se estaba abriendo paso en mi cabeza: la vida de un científico podía ser interesante no sólo intelectualmente, sino también socialmente. Marché a Inglaterra con un excelente estado de ánimo.

CAPÍTULO VI

Cuando me presenté poco después de comer, Max Perutz estaba en su despacho. John Kendrew se hallaba aún en Estados Unidos, pero se esperaba mi llegada. Una breve carta de John informaba que un biólogo americano podría trabajar con él durante todo el año siguiente. Expliqué que ignoraba el método de difracción de los rayos X, pero Max me tranquilizó en seguida. Me aseguró que no precisaría de un alto nivel matemático: tanto él como John eran químicos de formación. Todo cuanto necesitaba hacer era leer un texto sobre cristalografía, y así podría comprender suficientemente la teoría como para empezar a tomar fotografías con rayos X. Como ejemplo, Max me habló de su sencilla idea para comprobar la hélice α de Pauling: le había bastado un solo día para comprender qué fotografía debía tomar para confirmar la predicción de Pauling. Pero a mí me era imposible seguir los razonamientos de Max. Ignoraba incluso la ley de Bragg, la más fundamental de todas las leyes cristalográficas.

Luego salimos a dar una vuelta en busca de posibles alojamientos para mí. Cuando Max se dio cuenta de que yo había ido directamente de la estación al laboratorio y que no había visto aún ninguno de los edificios de la Universidad, modificó nuestro rumbo para llevarme por los jardines del King's y por el gran patio del Trinity. En mi vida había visto edificios tan bellos, y toda vacilación que hubiera podido sentir para abandonar mi segura vida como biólogo se desvaneció. Sólo llegué a sentirme algo deprimido cuando atisbé en el interior de varias casas húmedas en las que estaban alojadas las habitaciones de los estudiantes. Sabía por las novelas de Dickens que yo no sufriría un destino que los ingleses se negaban a sí mismos. De hecho, me consideré muy afortunado cuando encontré

una habitación en una casa de dos pisos en Jesus Green, un emplazamiento soberbio, a menos de diez minutos a pie del laboratorio.

A la mañana siguiente volví al Cavendish, ya que Max quería que conociera a sir Lawrence Bragg. Cuando Max telefoneó al piso superior para decir que yo estaba allí, sir Lawrence bajó de su despacho, me dejó balbucear unas cuantas palabras, y luego se retiró para sostener una conversación privada con Max. Pocos minutos después, vinieron a darme su permiso formal para trabajar bajo la dirección de Bragg. El acto fue inequívocamente británico, y llegué a la conclusión de que la figura de Bragg, con sus blancos bigotes, pasaba ahora la mayor parte de su tiempo sentado en los clubs de Londres.

Entonces no se me ocurrió la idea de que más adelante entraría en contacto con aquella aparente curiosidad del pasado. Pese a su indiscutible reputación, Bragg había desarrollado su Ley poco antes de la Primera Guerra Mundial, por lo que suponía que debía estar retirado y que nunca se preocuparía de los genes. Di cortésmente las gracias a sir Lawrence por aceptarme y le dije a Max que volvería al cabo de tres semanas para el comienzo del curso en octubre. Regresé a Copenhague a recoger mis escasos efectos personales y contarle a Herman mi buena suerte de poder convertirme en cristalógrafo.

Herman se mostró muy cooperador. Envió una carta al centro de concesión de becas de Washington en la que expresaba su total respaldo a mi cambio de planes. Al mismo tiempo, yo escribí a Washington una carta notificando que mis experimentos bioquímicos sobre la reproducción de los virus carecían de un interés verdaderamente profundo. Deseaba abandonar la bioquímica convencional, la cual consideraba incapaz de suministrar la explicación del funcionamiento de los genes. Les decía que ahora sabía que la cristalografía basada en los rayos X era la clave de la genética. Solicitaba la aprobación de mis planes para trasladarme a Cambridge, a fin de poder trabajar en el laboratorio de Perutz e instruirme en la investigación cristalográfica.

No veía motivo para permanecer en Copenhague hasta que llegara el permiso. Hubiera sido absurdo quedarme allí perdiendo el tiempo. Maaløe se había marchado la semana anterior para pasar un año en el Cal Tech, y mi interés por el tipo de bioquímica al que se dedicaba Herman era nulo. Formalmente, abandonar Copenhague era desde luego ilegal. Aunque, por otra parte, mi petición no podía ser rechazada. Todo el mundo conocía la inestable situación

de Herman, y la oficina de Washington debía de haber estado preguntándose cuánto tiempo permanecería en Copenhague. Notificar la ausencia de Herman de su laboratorio no sólo habría sido poco elegante, sino también innecesario.

Naturalmente, yo no estaba preparado para recibir una carta denegando el permiso. Diez días después de mi regreso a Cambridge, Herman me transmitió la deprimente noticia, que había sido enviada a mi dirección de Copenhague. El Consejo de Becas no aprobaba mi traslado a un laboratorio para trabajar en una especialidad para la cual carecía de preparación. Se me sugería que reconsiderara mis planes, ya que no estaba cualificado para realizar trabajos cristalográficos. No obstante, el Consejo de Becas acogería favorablemente una propuesta de traslado al laboratorio de fisiología celular de Caspersson, en Estocolmo.

La causa del problema estaba perfectamente clara. El presidente del Consejo no era ya Hans Clarke, un bioquímico amigo de Herman que se disponía entonces a retirarse de Columbia. Mi carta había ido a parar a un nuevo presidente, el cual se tomaba un interés más activo en dirigir a los jóvenes. Le irritaba que yo me hubiera tomado la libertad de negar mis supuestas dotes en el campo de la bioquímica. Escribí a Luria para que me ayudase. Entre Luria y el nuevo presidente existía cierta amistad, y quizá cuando mi decisión fuese situada en su adecuada perspectiva él cambiaría la suya.

Al principio, surgieron indicios de que la intervención de Luria podría producir una vuelta a la razón. Cuando llegó una carta de Luria en la que sugería que la situación podría aliviarse si aparentábamos mostrarnos sumisos, me sentí animado. Yo debía escribir una carta a Washington explicando que el principal motivo de mi deseo de estar en Cambridge lo constituía la presencia de Roy Markham, un bioquímico inglés que trabajaba con virus parásitos de plantas. Cuando entré en el despacho de Markham y le dije que podía disponer de un estudiante modelo que nunca le molestaría abarrotando su laboratorio con aparatos experimentales, éste recibió la propuesta con indiferencia. Consideró el proyecto como un ejemplo perfecto de la incapacidad de los americanos para saber comportarse. Sin embargo, prometió colaborar con aquel absurdo.

Con la seguridad de que Markham no me delataría, escribí una larga y humilde carta a Washington poniendo de relieve el gran provecho que podría obtener de la presencia conjunta de Perutz y Markham. Al final de la carta, decidí que lo honrado sería comunicar oficialmente la noticia de que me encontraba en Cambridge y de

que permanecería allí hasta que fuese tomada una decisión. Con todo, el nuevo presidente en Washington se mantenía en sus trece. Esto se vio claro cuando la carta de respuesta fue dirigida al laboratorio de Herman. El Consejo de Becas estaba considerando mi caso, y se me informaría una vez se adoptara una decisión. Así pues, no me pareció prudente cobrar mis cheques, que continuaban siendo enviados a Copenhague a primeros de cada mes.

Por suerte, la posibilidad de que durante el año siguiente no se me subvencionara por trabajar sobre el ADN resultaba fastidiosa, pero no fatal. El estipendio de la beca que había recibido por estar en Copenhague —tres mil dólares— era tres veces más de lo que había necesitado para vivir como un acomodado estudiante danés. Aunque tuviera que pagar dos elegantes vestidos que adquirió mi hermana en París, me quedarían unos mil dólares, cantidad suficiente para un año de estancia en Cambridge. Mi patrona de Jesus Green colaboró también: me expulsó antes de que transcurriera un mes. Mi principal delito era no quitarme los zapatos cuando entraba en la casa después de las nueve de la noche, hora a la que se acostaba su marido. También, en ocasiones olvidaba la prohibición de no hacer funcionar la bomba del inodoro a semejantes horas y, lo que era aún peor, salía después de las diez de la noche. A esa hora no había nada abierto en Cambridge, y mis motivos resultaban sospechosos. John y Elizabeth Kendrew acudieron en mi ayuda con la oferta de una pequeña habitación en su casa de Tennis Court Road por un módico alquiler. La habitación era increíblemente húmeda, y toda su calefacción se reducía a un solo y anticuado radiador eléctrico. Sin embargo, acepté en seguida el ofrecimiento. Aunque parecía una abierta invitación a la tuberculosis, vivir con personas amigas era infinitamente preferible a cualquier otro alojamiento que pudiera encontrar en fecha ya tan tardía. Por eso, sin el menor reparo, decidí quedarme en Tennis Court Road hasta que mi situación económica mejorase.

CAPÍTULO VII

Desde mi primer día en el laboratorio, comprendí que no abandonaría Cambridge en mucho tiempo. Sería una estupidez marcharme, pues en seguida había descubierto lo divertido que resultaba conversar con Francis Crick. Era una verdadera suerte encontrar en el laboratorio de Max a alguien que supiese que el ADN era más importante que las proteínas. Además, constituía un gran alivio no pasarse todo el tiempo aprendiendo las técnicas de análisis por medio de los rayos X. Nuestras conversaciones a la hora del almuerzo se centraron rápidamente en cómo se combinaban los genes. Pocos días después de mi llegada, comprendimos lo que debíamos hacer: imitar a Linus Pauling y derrotarle en su propio terreno.

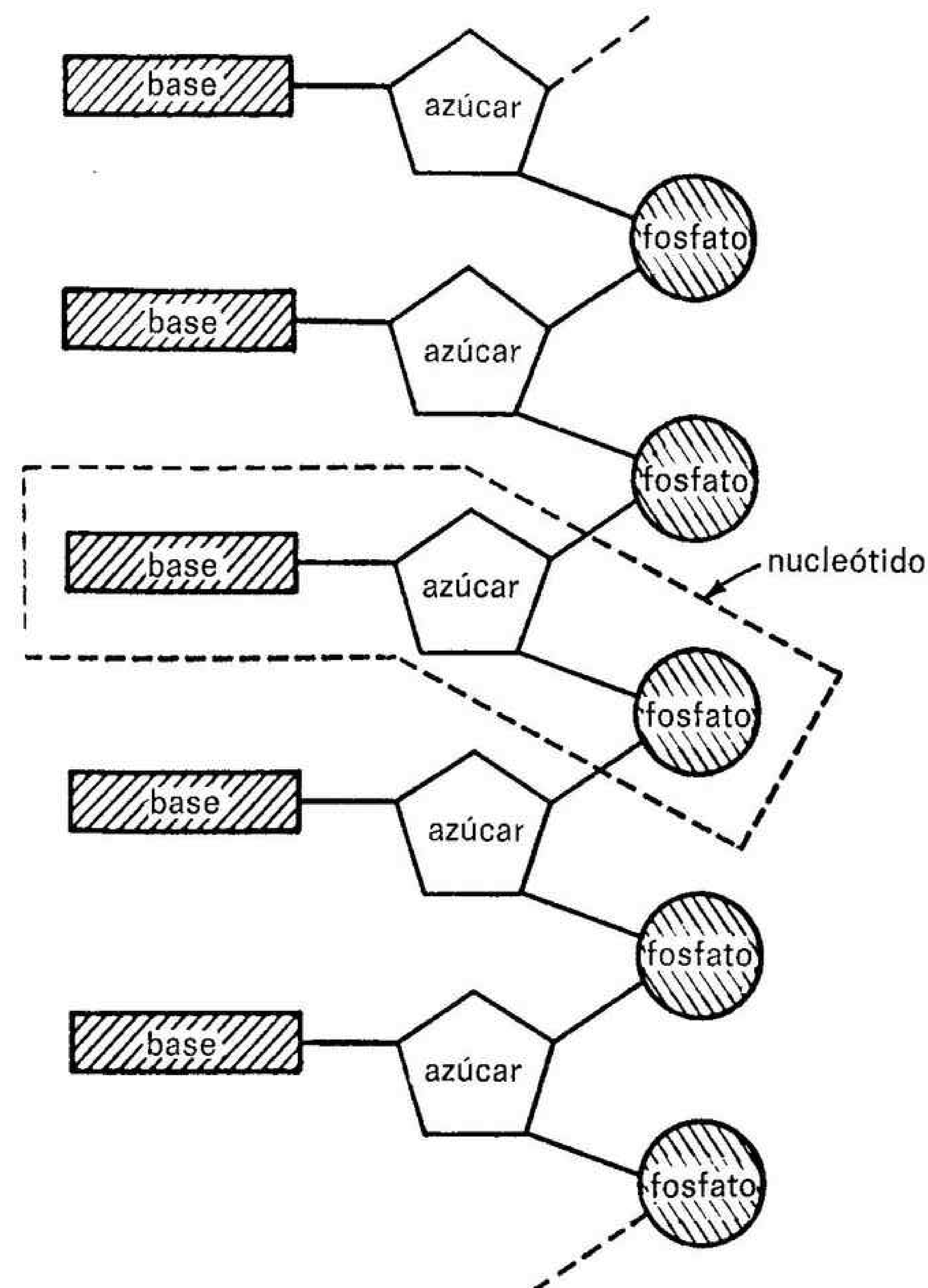
El éxito de Pauling con la cadena polipéptida había sugerido a Francis la posibilidad de que seguir los mismos pasos diera resultado con el ADN. Pero mientras nadie de los que allí se encontraban pensara que el ADN estaba en el centro de todo, sus dificultades personales en el laboratorio del King's le impedían entrar en acción. Por otra parte, aunque la hemoglobina no fuese el centro del Universo, los dos años que Francis había pasado en el Canvendish no habían sido estériles en modo alguno. Surgían a cada paso problemas más que suficientes que necesitaban la presencia de alguien con afición a la teoría. Pero ahora, conmigo en el laboratorio deseando hablar siempre de genes, Francis ya no relegaba sus pensamientos sobre el ADN a un segundo plano. Aun así, no tenía intención de abandonar su interés por los demás problemas del laboratorio. A nadie le importaría que dedicara sólo unas cuantas horas a la semana al ADN, si con ello me ayudaba a resolver un importante problema.

Como consecuencia, John Kendrew no tardó en comprender que era improbable que yo pudiera ayudarle a resolver la estructura de la mioglobina. Como él era incapaz de producir grandes cristales de mioglobina de caballo, pensó, al principio, que quizá yo tuviera más destreza. Sin embargo, resultaba fácil ver que mis manipulaciones de laboratorio eran menos hábiles que las de un químico suizo. Unos quince días después de mi llegada a Cambridge, nos dirigimos al matadero local con el fin de conseguir un corazón de caballo para un nuevo preparado de mioglobina. Si teníamos suerte, el deterioro de las moléculas de mioglobina que impedía la cristalización podría evitarse congelando inmediatamente el corazón del ex caballo de carreras. Pero mis subsiguientes intentos para conseguir la cristalización no tuvieron más éxito que los de John. En cierto sentido, casi me sentí aliviado. Si lo hubiera conseguido, John podría haberme dedicado a tomar fotografías con rayos X.

Ningún obstáculo me impedía, pues, conversar con Francis varias horas al día. Teorizar durante todo el tiempo era demasiado, incluso para Francis, y, a menudo, cuando se atascaba con sus ecuaciones, solía sondear mis conocimientos sobre fagos. En otros momentos, Francis se esforzaba por llenar mi cerebro de datos cristalográficos, que de otro modo sólo habría podido obtener mediante una trabajosa lectura de las publicaciones profesionales. De particular importancia eran los argumentos exactos necesarios para comprender cómo había descubierto Pauling la hélice α.

No tardé en aprender que el logro de Pauling era producto del sentido común, y no resultado de un complicado razonamiento matemático. Pauling incluía a veces ecuaciones en su argumentación, pero en la mayoría de los casos habrían bastado las palabras. La clave del éxito de Linus radicaba en su confianza en las sencillas leyes de la química estructural. La hélice α no habría sido descubierta con sólo el estudio de las fotografías mediante rayos X; en lugar de ello, el procedimiento esencial era preguntar qué átomos se situarían uno junto a otro. En vez de lápiz y papel, los principales instrumentos de trabajo eran un conjunto de modelos moleculares que se asemejaban a los juguetes de los niños en edad preescolar.

Pudimos ver así que no había razón por la cual no hubiéramos de resolver el ADN de la misma manera. Todo cuanto teníamos que hacer era construir un conjunto de modelos moleculares y empezar a jugar; con un poco de suerte, la estructura formaría una hélice. Cualquier otro tipo de configuración sería mucho más complejo. Habría sido una estupidez preocuparse buscando estructuras com-



Un breve fragmento de ADN tal como fue imaginado por el grupo de investigación de Alexander Todd en 1951. Se pensaba que todos los eslabones internucleótidos eran enlaces fosfodiéster que unían el átomo de carbono n.° 5 de un azúcar con el átomo de carbono n.° 3 del azúcar del nucleótido adyacente. En su calidad de químicos orgánicos, les interesaba la forma en que se unían los átomos, dejando para los cristalógrafos el problema de la disposición en tres dimensiones de los átomos.

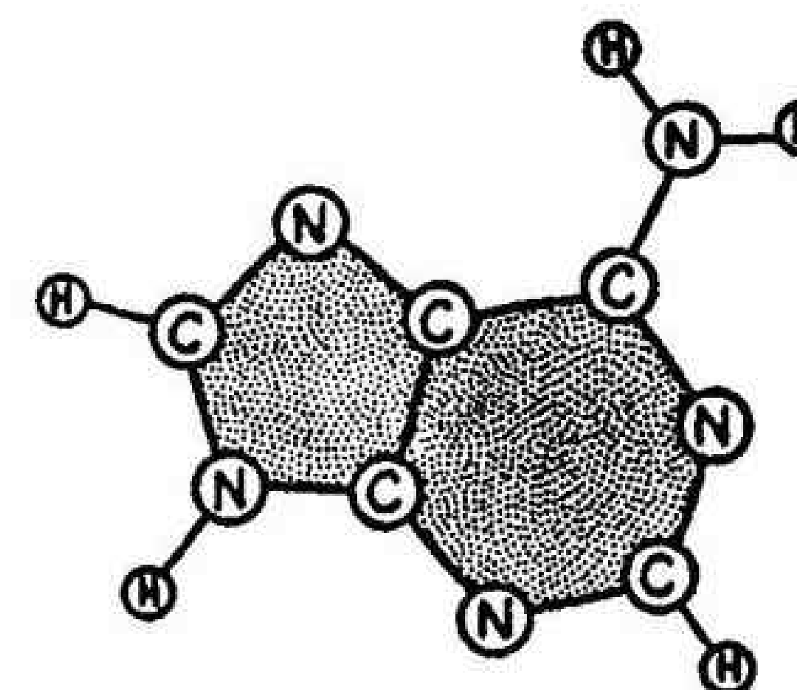
plicadas antes de excluir la posibilidad de que la solución fuera sencilla. Pauling nunca llegó a ninguna parte buscando complicaciones.

Desde nuestras primeras conversaciones, supusimos que la molécula del ADN contenía un gran número de nucleótidos enlazados linealmente en una forma regular. También aquí nuestro razonamiento se basaba en parte en la simplicidad. Aunque los químicos orgánicos del próximo laboratorio de Alexander Todd consideraban ésta como la disposición básica, se hallaban aún muy lejos de demostrar químicamente que todos los enlaces internucleótidos eran idénticos. Pero si éste no era el caso, no podíamos ver cómo se reunían las moléculas de ADN para formar los agregados cristalinos estudiados por Maurice Wilkins y Rosalind Franklin. Así pues, so pena de encontrar bloqueado todo futuro progreso, lo mejor era considerar la cadena azúcar-fosfato como extremadamente regular y buscar una configuración tridimensional helicoidal en la que todos los grupos medulares tuvieran idéntico entorno químico.

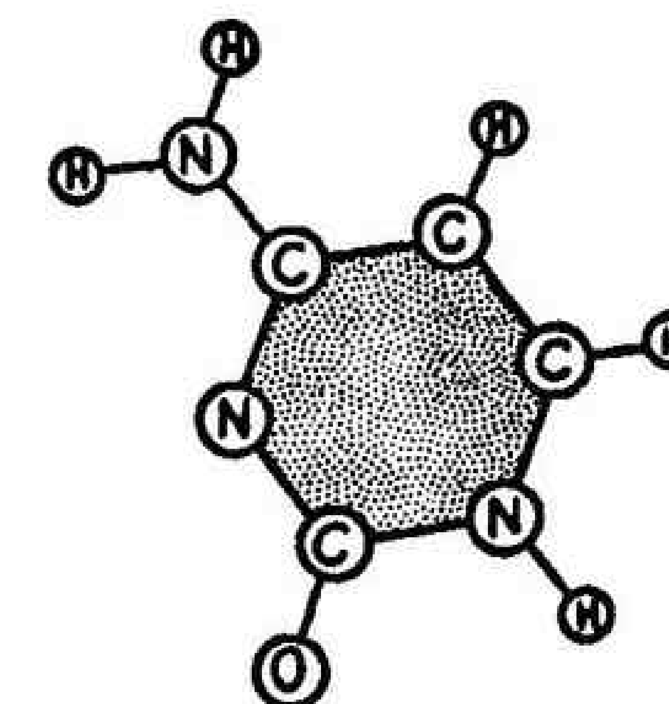
En seguida nos dimos cuenta de que la solución del ADN podría ser más complicada que la hélice α de las proteínas. En la hélice α, una sola cadena polipéptida (una cadena formada por gran número de aminoácidos) se enrolla en una disposición helicoidal aglutinada mediante enlaces de hidrógeno entre grupos de la misma cadena. Sin embargo, Maurice había dicho a Francis que el diámetro de la molécula de ADN era más grueso de lo que sería si sólo estuviera presente una única cadena polinucleótida (una cadena formada por muchos nucleótidos). Esto le hacía pensar que la molécula de ADN era una hélice compuesta, formada de varias cadenas polinucleótidas arrolladas una en torno a la otra. Si esto era cierto, antes de comenzar en serio la construcción del modelo era preciso decidir si las cadenas estarían unidas por enlaces de hidrógeno o por enlaces iónicos que afectaran a los grupos de fosfatos, de carga negativa.

Una nueva complicación dimanaba del hecho de que existían cuatro tipos de nucleótidos en el ADN. En ese sentido, el ADN no era una molécula regular, sino sumamente irregular. Sin embargo, los cuatro nucleótidos no eran completamente diferentes, pues cada uno contenía los mismos componentes de azúcar y fosfato. Su singularidad radicaba en sus bases nitrogenadas, que eran o una purina (adenina o guanina) o una pirimidina (citosina o timina). Pero, puesto que los enlaces entre los nucleótidos afectaban sólo a los grupos fosfato y azúcar, no era tan aventurada nuestra suposición de que el mismo tipo de enlace químico unía a todos los nucleóti-

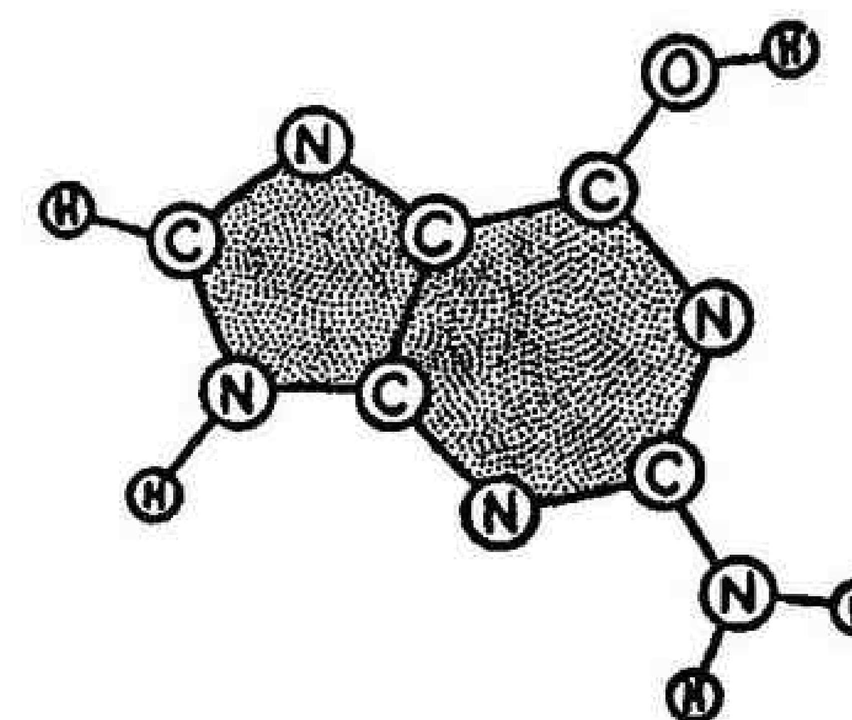
purinas **pirimidinas**



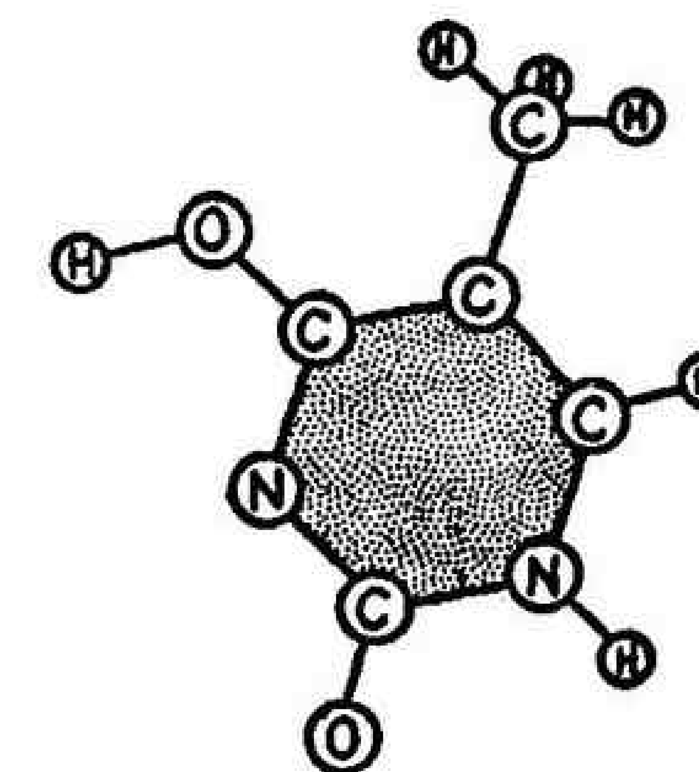
adenina



citosina



guanina



timina

Las estructuras químicas de las cuatro bases de ADN, tal como solían ser representadas hacia 1951. Debido a que los electrones de los anillos hexagonales y pentagonales no están localizados, cada base tiene una forma plana, con un espesor de 3,4 angstroms.

dos. Así pues, al construir los modelos, postularíamos que la cadena azúcar-fosfato era muy regular, y el orden de bases, muy irregular. Si las secuencias de bases eran siempre las mismas, todas las moléculas de ADN serían idénticas y no existiría la variabilidad que debía distinguir un gen de otro.

Aunque Pauling había obtenido la hélice α basándose en otras consideraciones, conocía la existencia de los datos proporcionados

por los rayos X, y los había tenido en cuenta. Conociendo tales datos, quedaban rápidamente descartadas una gran variedad de posibles configuraciones tridimensionales para la cadena polipéptida. Los datos exactos de los rayos X deberían ayudarnos a progresar mucho más deprisa con los modelos de ADN que fuéramos construyendo. El mero examen de las placas a rayos X del ADN impediría gran número de puntos de partida erróneos. Por fortuna, existía ya una fotografía bastante buena en los trabajos publicados. Había sido tomada cinco años antes por el cristalógrafo inglés W. T. Astbury, y podía ser utilizada como punto de partida. Sin embargo, la posesión por parte de Maurice de fotografías mucho mejores podría ahorrarnos de seis meses a un año de trabajo, aunque no podía soslayarse el doloroso hecho de que las fotografías pertenecían a Maurice.

No había más remedio, pues, que hablar con él. Para nuestra sorpresa, Francis no tuvo dificultad en persuadir a Maurice para que viniera a Cambridge a pasar un fin de semana. Y no hubo necesidad de forzar a Maurice a la conclusión de que la estructura era una hélice. No sólo era la suposición lógica, sino que Maurice ya la había expuesto en una reunión en Cambridge durante el verano. Unas seis semanas antes de mi llegada, había mostrado fotografías del ADN que revelaban una marcada ausencia de reflexiones en el meridiano. Ésta era una característica que su colega, el teórico Alex Stokes, le había dicho que era compatible con una hélice. Dada esta conclusión, Maurice sospechaba que para construir la hélice se utilizaban tres cadenas polinucleótidas.

Sin embargo, no compartía nuestra creencia de que el método de Pauling de construir modelos moleculares resolvería rápidamente la estructura del ADN, al menos no hasta que se obtuvieran más resultados por medio de los rayos X. En lugar de esto, la mayor parte de nuestra conversación se centró en Rosalind Franklin. Se estaban produciendo con ella más dificultades que nunca. Ahora, insistía en que ni siquiera el propio Maurice debía tomar más fotografías con rayos X del ADN. Al tratar de llegar a un acuerdo con Rosy, Maurice había hecho un mal negocio. Le había cedido el ADN cristalino utilizado en su trabajo original para que lo estudiara ella, y había accedido a limitar sus estudios a otro ADN, que después encontró que no cristalizaba.

Se había llegado a un punto en que Rosy ni siquiera comunicaba a Maurice sus resultados más recientes. Lo más pronto que Maurice podría saber cómo estaban las cosas era tres semanas más tarde, a mediados de noviembre. En esas fechas, Rosy tenía previsto

LA DOBLE HÉLICE

dar una conferencia sobre su trabajo de los seis últimos meses. Naturalmente, me sentí muy complacido cuando Maurice dijo que yo sería bien recibido en la conferencia de Rosy. Por primera vez, tenía un verdadero estímulo para aprender cristalografía: no quería que las palabras de Rosy no estuvieran a mi alcance debido a mi bajo nivel de comprensión.

CAPÍTULO VIII

De pronto, antes de que transcurriera una semana, el interés de Francis por el ADN cesó casi por completo. La causa fue su decisión de acusar a un colega de ignorar deliberadamente sus ideas, y la acusación se dirigía nada menos que a su profesor. Esto sucedió un sábado por la mañana, poco antes de transcurrido un mes desde mi llegada. El día anterior, Max Perutz había entregado a Francis un manuscrito firmado por sir Lawrence y él sobre la constitución de la molécula de hemoglobina. Al leer su contenido, Francis se puso furioso, pues observó que parte de la argumentación se apoyaba en una teoría que él había propuesto hacía unos nueve meses. Y lo que era peor, Francis recordaba haberla proclamado con entusiasmo ante todos los miembros del laboratorio. Sin embargo, su aportación no había sido reconocida. Casi en seguida, después de contar a Max y a John Kendrew el ultraje, se precipitó en el despacho de Bragg para pedir una explicación, si no una excusa. Mas, para entonces, Bragg estaba ya en casa, y Francis tuvo que esperar hasta el día siguiente. Por desgracia, este retraso no hizo más afortunada la confrontación.

Sir Lawrence negó lisa y llanamente todo conocimiento previo de los esfuerzos de Francis, y éste le recriminó su actitud de utilizar clandestinamente las ideas de otro científico. A Francis le resultaba imposible creer que Bragg hubiera podido ignorar su teoría, y no dejó de decírselo. Era imposible continuar por más tiempo la conversación, y en menos de diez minutos Francis salió del despacho del profesor.

Para Bragg, este encuentro significó el fin de sus relaciones con Crick. Varias semanas antes, Bragg había entrado en el laboratorio sumamente excitado por una idea que se le había ocurrido la noche

anterior, una idea que él y Perutz incorporaron más tarde a su trabajo. Mientras se la estaba explicando a Perutz y Kendrew, Crick acertó a unirse al grupo. Con gran enojo por parte de Bragg, Francis no aceptó de inmediato la teoría, sino que declaró que comprobaría si tenía o no razón. En este punto, Bragg había montado en cólera, y, completamente alterado, había regresado a su casa, a buen seguro para contar a su mujer la última extravagancia de Crick.

Francis, de vuelta al laboratorio, manifestó sus temores de que esta reciente disputa significara un desastre para su trabajo. Bragg, al despedirle de su despacho, le había dicho irritado que consideraría seriamente si podría seguir dando a Francis un puesto en el laboratorio una vez terminase su curso de doctorado. Francis se mostraba preocupado por la posibilidad de tener que buscarse pronto un nuevo puesto. Nuestra comida en el Eagle, la cervecería en que solíamos almorzar, se desarrolló en un ambiente tenso, sin las habituales y bulliciosas risas.

Su preocupación no carecía de fundamento. Aunque conocía su propia valía, no podía acreditar ningún claro logro científico, y aún estaba sin su doctorado. Hijo de una familia de la clase media, Francis había sido enviado a estudiar a Mill Hill. Después estudió física en el University College de Londres, y había comenzado a trabajar en un grado avanzado cuando estalló la guerra. Como casi todos los demás científicos ingleses, se sumó al esfuerzo bélico y formó parte de la organización científica del Almirantazgo. Allí trabajó intensamente, y aunque muchos se lamentaban de su incesante conversación, había ante todo una guerra que ganar y él resultaba muy valioso para producir ingeniosas minas magnéticas. Sin embargo, cuando la guerra terminó, varios de sus colegas no vieron razón para tenerle allí siempre, y durante cierto tiempo vivió con el convencimiento de que no tenía ningún porvenir en los departamentos científicos de la Administración.

Además, había perdido todo deseo de continuar con la física y, en su lugar, decidió probar con la biología. Con la ayuda del fisiólogo A. V. Hill, obtuvo una pequeña beca para trabajar en Cambridge en el otoño de 1947. Al principio, se dedicó por entero a la biología en el Strangeways Laboratory, pero Francis no lo consideró importante y dos años más tarde se trasladó al Cavendish, donde se unió a Perutz y Kendrew. Aquí recuperó su interés por la ciencia y decidió que, quizás, acabaría consiguiendo el doctorado. Así, pues, se matriculó como estudiante investigador del Caius College, bajo la dirección de Max. En cierto sentido, la meta del doctorado resultaba un fastidio para una mente que trabajaba demasiado deprisa para sentirse satisfecha con el tedio inherente a la investigación de tesis. Pero, por otra parte, su decisión había producido un dividendo imprevisto: en aquel momento de crisis, no podía ser despedido antes de obtener su título.

Max y John acudieron en seguida en favor de Francis e intercedieron por él ante Bragg. John confirmó que Francis había expuesto previamente las bases de la teoría motivo de discusión, y Bragg reconoció que la misma idea se les había ocurrido independientemente. Para entonces, Bragg ya se había calmado, y se dejó de lado la posibilidad de que Crick tuviera que marcharse. Pero mantenerle en su puesto no resultó fácil para Bragg. Un día, en un momento de desesperación, reveló que cuando oía a Crick le zumbaban los oídos. Además, seguía sin estar convencido de que Crick resultara necesario. Llevaba ya treinta y cinco años sin dejar de hablar, y aún no había expuesto nada de verdadero valor.

LA DOBLE HÉLICE

CAPÍTULO IX

Una nueva oportunidad de teorizar no tardó en devolver a Francis a su estado normal. Varios días después del incidente con Bragg, el cristalógrafo V. Vand envió una carta a Max, en la que le exponía una teoría acerca de la difracción de los rayos X por moléculas helicoidales. En aquel momento, las hélices constituían el centro del interés del laboratorio, en gran parte a causa de la hélice α de Pauling. Sin embargo, faltaba aún una teoría general para comprobar nuevos modelos, así como para confirmar los detalles de la hélice α. Y esto es lo que Vand esperaba lograr mediante su teoría.

Francis encontró en seguida un grave fallo en los esfuerzos de Vand. Y excitado por el deseo de hallar la verdadera teoría, se precipitó escaleras arriba para hablar con Bill Cochran, un menudo y silencioso escocés, a la sazón profesor de cristalografía en el Cavendish. Bill era el más inteligente de los jóvenes radiólogos que trabajaban en Cambridge y, aunque su trabajo no versaba sobre las grandes macromoléculas biológicas, siempre suministraba la más sagaz piedra de toque para las frecuentes hipótesis de Francis. Cuando Bill decía que una idea era errónea o que no conduciría a ninguna parte, Francis podía estar seguro de que no existían los más mínimos celos profesionales en ello. Esta vez, sin embargo, Bill no expresó ningún escepticismo, ya que también había encontrado fallos por su cuenta en la teoría de Vand y había empezado a preguntarse cuál era la solución correcta. Durante varios meses, Max y Bragg le habían estado asediando para que desarrollase la teoría helicoidal, pero él aún no había hecho nada al respecto. Ahora, presionado por Francis, comenzó a considerar seriamente cómo deberían establecerse las ecuaciones.

Durante el resto de la mañana, Francis permaneció en silencio, absorto en sus ecuaciones matemáticas. Durante el almuerzo en el "Eagle" le sobrevino un violento dolor de cabeza, y se fue a su casa en vez de regresar al laboratorio. Pero estarse sentado delante de su estufa de gas sin hacer nada le aburría, y se dedicó de nuevo a sus ecuaciones. Para su satisfacción, no tardó en ver que había encontrado la solución. No obstante, interrumpió su trabajo, pues él y su mujer, Odile, estaban invitados a una degustación de vinos en "Matthews'", uno de los mejores comercios en vinos de Cambridge. Durante varios días había acariciado la idea de ir a probar los vinos. La invitación significaba que era aceptado por el grupo más elegante y divertido de Cambridge y le permitía olvidar el hecho de que no era apreciado por necios y pomposos profesores.

Él y Odile vivían entonces en "Green Door", un pequeño y barato piso situado en lo alto de una casa de varios siglos de antigüedad emplazada en Bridge Street, frente al St. John's College. Disponían sólo de dos habitaciones relativamente amplias, un cuarto de estar y un dormitorio. Todas las demás, incluyendo la cocina, en la que la bañera era el objeto más grande y visible, eran minúsculas. Pero, pese a la estrechez, su gran encanto, magnificado por el sentido altamente decorativo de Odile, le daba un aire alegre, si no juguetón.

Allí percibí por primera vez la vitalidad de la vida intelectual inglesa, que tan completamente ausente estuviera durante mis días iniciales en mi habitación de estilo victoriano en Jesus Green.

Llevaban casados tres años. El primer matrimonio de Francis no había durado mucho tiempo, y un hijo habido en el mismo, Michael, estaba a cargo de la madre y la tía de Francis. Había vivido solo durante varios años hasta que Odile, cinco años más joven que él, llegó a Cambridge y avivó su rebelión contra la insipidez de las clases medias, que se complacían en inocentes diversiones tales como la navegación a vela y el tenis, hábitos particularmente inadecuados para la conversación social. Ni la política ni la religión le ofrecían ningún interés. Esta última era, evidentemente, un error de generaciones pasadas, que Francis no veía razón para perpetuar. Pero estoy menos seguro de su absoluta falta de entusiasmo por las cuestiones políticas. Quizá se debía a la guerra, cuyo horror no quería olvidar. En cualquier caso, *The Times* no estaba presente en el desayuno, y se prestaba más atención al *Vogue*, la única revista a la que estaban suscritos y sobre la que Francis podía conversar largamente.

Por entonces, yo solía ir con frecuencia a cenar a "Green Door". Francis se mostraba siempre deseoso de continuar nuestras conversaciones, mientras yo aprovechaba con gusto cualquier oportunidad para escapar de la miserable comida inglesa que, día a día, me hacía preguntarme si acabaría teniendo una úlcera. La madre de Odile, de origen francés, le había transmitido un total desprecio hacia el modo en que la mayoría de los ingleses comen y se alojan, totalmente carente de imaginación. Así pues, Francis no tenía motivos para envidiar a aquellos colegas cuyas comidas en los "colleges" eran innegablemente mejores que las monótonas mezcolanzas totalmente insípidas hechas por sus esposas, a base de patatas cocidas, verduras incoloras y menudencias típicas. La cena era siempre alegre, en especial después que el vino hacía recaer invariablemente la conversación sobre las chicas de Cambridge.

El entusiasmo de Francis por las muchachas no tenía límites, es decir, siempre que mostraran cierta vitalidad o se distinguieran en algún aspecto que permitiera chismorreo y diversión. De joven había tratado con pocas mujeres, y sólo ahora estaba descubriendo el luminoso centelleo que comunicaban a la vida. A Odile, esta predilección no le importaba. Comprendía que ello acompañaba, y probablemente coadyuvaba, a la emancipación de su educación de Northampton. Hablaban mucho del mundo un tanto artista y artesano en que Odile se movía y al que, con frecuencia, eran invitados. Ningún acontecimiento importante era mantenido fuera de nuestras conversaciones, y mostraba igual satisfacción en hablar de sus ocasionales errores. Uno de ellos tuvo lugar en el transcurso de un baile de disfraces, al que acudió vestido de George Bernard Shaw, con una larga barba roja. Nada más entrar, comprendió que había cometido una terrible equivocación, ya que a ninguna de las muchachas le agradaría ser cosquilleada por los húmedos y ásperos pelos cuando él intentara besarlas.

Pero a la degustación de vinos no había asistido ninguna muchacha. Para desolación suya y de Odile, los asistentes eran profesores de Universidad que se regodeaban hablando de los penosos problemas administrativos que les afligían. Regresaron temprano a casa, y Francis, que apenas había bebido, reanudó sus ecuaciones.

A la mañana siguiente, llegó al laboratorio y presentó sus resultados a Max y John. Pocos minutos después, Bill Cochran entró en su despacho, y Francis repitió su relato. Pero, antes de que pudiera desarrollar su argumentación, Bill le dijo que él también creía haber encontrado la solución. Se apresuraron a repasar sus razonamientos

y se dieron cuenta de que Bill había utilizado una elegante deducción, a diferencia del procedimiento de Francis, más laborioso. Sin embargo, descubrieron con júbilo que ambos habían llegado a la misma solución. Comprobaron cuidadosamente la hélice α mediante la inspección visual de los diagramas a rayos X de Max. La coincidencia era tan buena que tanto el modelo de Linus como la teoría de ellos tenían que ser correctos.

A los pocos días quedó preparado un cuidado manuscrito, que fue enviado a *Nature*. Al mismo tiempo, se envió una copia a Pauling para que lo estudiara. Este acontecimiento, su primer éxito indiscutible, fue una señal de triunfo para Francis. Por una vez, la ausencia de mujeres le había traído buena suerte.

CAPÍTULO X

Para mediados de noviembre, cuando tuvo lugar la charla de Rosy sobre el ADN, yo había aprendido suficiente cristalografía como para entender gran parte de su conferencia. Y, lo que era más importante, sabía en qué debía centrar la atención. Seis semanas de escuchar a Francis me habían hecho comprender que el meollo de la cuestión radicaba en la posibilidad de que las nuevas fotografías con rayos X que Rosy había obtenido prestaran algún apoyo en favor de una estructura helicoidal del ADN. Los detalles experimentales realmente relevantes eran los que podían proporcionar claves para construir modelos moleculares. No obstante, me bastaron unos minutos de escuchar a Rosy para darme cuenta de que su decidida mente había emprendido un rumbo distinto.

Hablaba a un auditorio de unas quince personas, con un estilo rápido y nervioso que armonizaba con la vieja sala, desprovista de adornos, en que nos habíamos congregado. En sus palabras no había ni rastro de cordialidad ni frivolidad. Y, sin embargo, no podía considerarla carente por completo de interés. Por un momento, me pregunté qué aspecto tendría sin gafas y con un peinado distinto. Con todo, mi principal preocupación consistía en entender su descripción de las figuras de difracción de los rayos X.

Los años de cuidadosa y fría instrucción cristalográfica habían dejado huella en Rosy. No en vano había recibido la rígida educación de Cambridge. Le parecía totalmente evidente que la única forma de establecer la estructura del ADN era mediante métodos puramente cristalográficos. Como los modelos atómicos no ejercían ningún atractivo sobre ella, no mencionó en ningún momento los resultados de Pauling sobre la hélice α. La idea de utilizar modelos como juguetes para resolver estructuras bioquímicas era, a todas

luces, un último recurso. Desde luego, Rosy conocía el éxito de Linus, pero no veía ninguna buena razón para imitar sus métodos. La medida de sus pasados triunfos era, en sí misma, razón suficiente para actuar de modo distinto; sólo un genio de su talla podía jugar como un chiquillo de diez años y obtener encima la solución correcta.

Rosy consideraba su charla como un informe preliminar que, por sí solo, no probaría nada fundamental acerca del ADN. Los hechos establecidos vendrían sólo cuando se hubieran reunido más datos que pudieran permitir el desarrollo de los análisis cristalográficos hasta una fase más compleja. Su escepticismo en cuanto a lograr resultados inmediatos era compartido por el pequeño grupo de personal de laboratorio que asistió a la conferencia. Nadie más suscitó la posibilidad de utilizar modelos moleculares para resolver la estructura. El propio Maurice sólo formuló varias preguntas de naturaleza técnica. La discusión cesó pronto. Las expresiones en los rostros de los asistentes indicaban que no tenían nada que añadir o que, de decir algo, no sería más que una repetición de lo anteriormente expuesto. Quizá su renuncia a no querer plantear nuevas posibilidades o, incluso, a mencionar los modelos de Pauling se debía al temor de recibir una áspera réplica por parte de Rosy. Ciertamente, no era una forma agradable de prepararse para salir a una oscura y neblinosa noche de noviembre oír a una mujer decirnos que nos abstuviéramos de aventurar una opinión sobre una materia de la que entendíamos poco. Era una forma infalible de evocar desagradables recuerdos de bachiller.

Después de una breve y, como más tarde advertí, tensa conversación con Rosy, Maurice y yo bajamos por el Strand y nos dirigimos al restaurante Choy, en el Soho. Maurice estaba de buen humor. De forma lenta y precisa, hizo hincapié en los escasos progresos que Rosy había conseguido desde el día en que llegó al King's, pese al abundante y complicado análisis cristalográfico que había realizado. Aunque sus fotografías con rayos X eran un poco más nítidas que las de él, Rosy era incapaz de ofrecer resultados más positivos que los que él había conseguido. Cierto que había realizado algunas mediciones más detalladas del contenido de agua en sus muestras de ADN, pero, aun así, Maurice abrigaba sus dudas de si realmente estaba midiendo lo que pretendía.

Para sorpresa mía, Maurice parecía sentirse estimulado por mi presencia. El retraimiento que había existido durante nuestros primeros contactos en Nápoles se había desvanecido. El hecho de que

yo, un investigador de fagos, considerara que él estaba haciendo algo importante, resultaba tranquilizador. En realidad, no le servía de mucho ser alentado por colegas físicos, pues aun cuando había quienes consideraban sensata su decisión de dedicarse a la biología, no podía confiar en su juicio. Después de todo, no sabían nada de biología, por lo que era mejor tomar sus observaciones como mera cortesía e incluso condescendencia hacia alguien opuesto a la marcha competitiva de la física de la posguerra.

Desde luego, Maurice recibía una activa y muy necesaria ayuda de varios bioquímicos. Si no, nunca habría podido entrar en el juego. Varios de ellos le habían suministrado generosamente muestras de ADN altamente purificado. Ya era bastante pesado aprender cristalografía para tener que adquirir, además, las casi mágicas habilidades de un bioquímico. Pero, por otra parte, la mayoría de ellos no se parecían a los grandes científicos con los que había trabajado en el proyecto de la bomba. A veces, incluso parecían ignorar la importancia del ADN.

Pero, aun así, sabían más que muchos biólogos. En Inglaterra, si no en todas partes, la mayoría de los botánicos y zoólogos eran un hatajo de ineptos. Ni siquiera quienes poseían cátedras universitarias daban la sensación de tomarse el asunto en serio. Algunos derrochaban sus energías en estériles polémicas acerca del origen de la vida o de cómo sabemos que un hecho científico es correcto. Por otra parte, era imposible obtener un título universitario en biología sin aprender genética, lo cual no quería decir que los genetistas le deparasen ninguna ayuda intelectual. Cualquiera habría pensado que con toda su verborrea sobre los genes se preocuparían realmente por la cuestión de qué eran. Sin embargo, casi ninguno de ellos parecía tomar en serio la evidencia de que los genes estaban constituidos por ADN. Este hecho era innecesariamente químico. Todo cuanto la mayoría de ellos aspiraban en la vida era comunicar a sus alumnos intrincados detalles del comportamiento de los cromosomas, o pronunciar por la radio especulaciones elegantemente formuladas sobre temas tales como el papel del genetista en esta época de transición y cambio de valores.

En estas circunstancias, el conocimiento que el grupo de científicos que trabajaban sobre los fagos habían adquirido sobre el ADN hacía confiar a Maurice que cambiasen los tiempos y no tuviera que explicar, cada vez que dirigía un seminario, por qué su laboratorio estaba preocupándose tanto del ADN. Cuando terminamos de cenar, estaba resuelto a seguir adelante. Pero, de pronto, Rosy volvió

a ser tema de conversación, y la posibilidad de coordinar los esfuerzos de su laboratorio se desvaneció mientras pagábamos la cuenta y salíamos a la oscuridad exterior.

CAPÍTULO XI

A la mañana siguiente, me reuní con Francis en la estación de Paddington. Desde allí iríamos a Oxford a pasar el fin de semana. Francis deseaba hablar con Dorothy Hodgkin, la mejor de los cristalógrafos ingleses. Yo acogí con agrado la perspectiva de ver Oxford por primera vez. Al subir al tren, Francis estaba de un humor excelente. La visita le daría la oportunidad de contar a Dorothy su éxito con Bill Cochran al desarrollar la teoría de la difracción helicoidal. La teoría resultaba demasiado elegante para no ser relatada en persona; no abundaba mucha gente como Dorothy, que fuera lo suficientemente inteligente como para comprender de inmediato su valor.

Tan pronto como nos acomodamos en nuestro vagón, Francis empezó a hacerme preguntas sobre la conferencia de Rosy. Mis contestaciones eran a menudo vagas, y Francis estaba visiblemente enojado por mi costumbre de confiar en mi memoria y no apuntar nunca nada en un papel. En general, si un asunto me interesaba, podía recordarlo. Esta vez, sin embargo, tropezábamos con dificultades, porque yo no sabía lo suficiente de la jerga cristalográfica. En especial, me resultaba imposible comunicar el contenido exacto de agua de las muestras de ADN en las que Rosy había realizado sus mediciones. Existía la posibilidad de que estuviera informando mal a Francis en una diferencia de un orden de magnitud.

Se había enviado a escuchar a Rosy a la persona menos adecuada. Si hubiera acudido Francis, no se habría planteado semejante ambigüedad. Era el pago por mostrarnos demasiado sensibles a la situación, aunque, seguramente, el ver a Francis reflexionar directamente sobre los frescos datos enunciados por Rosy en su conferencia hubiera molestado a Maurice. En cierto sentido, habría sido in-

justo que ambos tuvieran conocimiento de los hechos al mismo tiempo. En verdad, correspondía a Maurice la primera oportunidad de familiarizarse con el problema. Por otra parte, no parecía haber ninguna indicación de que Wilkins pensara que la solución fuera alcanzada por medio de modelos moleculares. En nuestra conversación de la noche anterior apenas había aludido a ese método. Existía, desde luego, la posibilidad de que estuviera reservando algo, pero era muy improbable; Maurice no era de esa clase de personas.

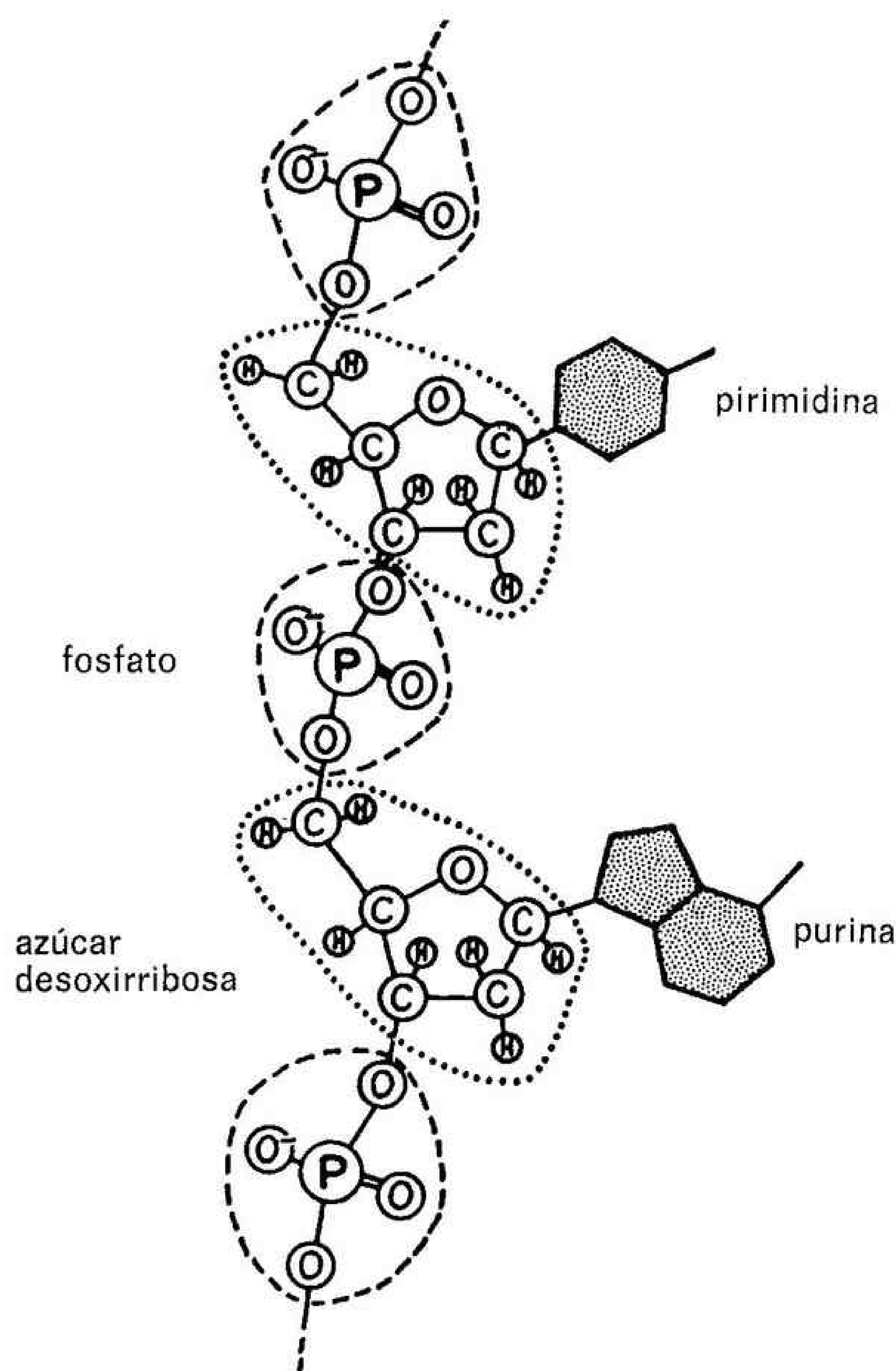
Lo único que Francis podía hacer a continuación era concentrarse en los datos sobre la cantidad de agua, que era la cosa más fácil en que pensar. De pronto se le ocurrió una idea que parecía tener sentido, y empezó a garabatear sobre el reverso de la hoja final de un manuscrito que había estado leyendo. Yo no podía comprender qué se proponía Francis y volví a la lectura de *The Times*, a fin de pasar el rato. Sin embargo, al cabo de unos minutos, Francis me hizo perder todo interés por el mundo exterior al decirme que sólo un pequeño número de soluciones formales eran compatibles a la vez con la teoría Cochran-Crick y con los datos experimentales de Rosy. En seguida, empezó a trazar más diagramas para demostrarme cuán sencillo era el problema. Aunque el aspecto matemático de la cuestión se me escapaba, no era difícil de entender su núcleo central. Se trataba de decidir cuál era el número de cadenas polinucleótidas que existían dentro de la molécula de ADN. En principio, los datos de los rayos X eran compatibles con dos, tres o cuatro cadenas. Todo era cuestión de los ángulos y radios con que las cadenas de ADN se arrollaban en torno a un eje central.

Para cuando terminó la hora y media de viaje, Francis no veía razón por la que no debiéramos conocer pronto la respuesta. Quizá bastara una semana de constantes ensayos con los modelos moleculares para llegar a la absoluta certeza de que teníamos la solución correcta. Entonces, resultaría evidente para el mundo que Pauling no era el único capaz de comprender el modo en que estaban construidas las moléculas bioquímicas. Los resultados de Linus acerca de la hélice α eran sumamente embarazosos para el grupo de Cambridge. Aproximadamente un año antes de su triunfo, Bragg, Kendrew y Perutz habían publicado un estudio sistemático sobre la conformación de la cadena polipéptida, intento que no dio en el blanco. De hecho, Bragg aún se sentía molesto por el fracaso, pues hería su orgullo en un punto sensible. A lo largo de un período de más de veinticinco años, ya había habido otros encuentros con Pauling, y con demasiada frecuencia Linus había llegado el primero.

Incluso Francis se sentía algo humillado por el fracaso de la cadena polipéptida. Cuando Bragg empezó a interesarse en la forma en que se plegaba dicha cadena, él se encontraba ya en el Cavendish. Además, había tomado parte en un estudio en el que se cometió un error fundamental sobre la forma del enlace péptido. Aquélla había sido una ocasión ideal de ejercitar sus dotes críticas para valorar el significado de las observaciones experimentales, y sin embargo no había expuesto nada que resultara de utilidad. Normalmente, Francis no se abstenía de criticar a sus amigos. En otras ocasiones había sido incluso demasiado sincero, como por ejemplo al señalar dónde se habían excedido Perutz y Bragg en la interpretación de sus resultados con la hemoglobina. Estas abiertas críticas eran una de las razones de la reciente explosión de sir Lawrence contra él. En opinión de Bragg, lo único que Crick hacía era balancear el bote.

Sin embargo, no era el momento de pensar en errores pasados, y la rapidez con que hablábamos de posibles tipos de estructuras de ADN cobraba intensidad a medida que transcurría la mañana. Cualquiera que fuese la persona en cuya compañía nos encontrásemos, Francis pasaba revista al progreso de las últimas horas, y ponía a nuestro interlocutor al corriente de cómo habíamos decidido modelos en los que la cadena azúcar-fosfato se hallaba en el centro de la molécula. Sólo así, pensábamos, sería posible obtener una estructura lo suficiente regular como para dar los módulos de difracción cristalina observados por Maurice y Rosy. Cierto que debíamos ocuparnos aún de la secuencia irregular de las bases situadas al exterior, pero esta dificultad podría desvanecerse cuando la disposición interna fuera localizada de un modo correcto.

Existía también el problema de qué era lo que neutralizaba las cargas negativas de los grupos fosfato de la molécula de ADN. Francis, al igual que yo, no sabía casi nada de cómo se situaban en tres dimensiones los iones inorgánicos. Debíamos enfrentarnos a la cruda realidad de que la autoridad máxima sobre la química estructural de los iones era el propio Linus Pauling. Así pues, si la clave del problema estribaba en deducir una disposición inteligente de iones inorgánicos y grupos fosfato, nos hallábamos claramente en desventaja. Hacia el mediodía, se hizo imperativo localizar un ejemplar del libro clásico de Pauling, *The Nature of the Chemical Bond*. Después de almorzar cerca de High Street, y sin perder tiempo en tomar café, recorrimos varias librerías, hasta que tuvimos éxito en Blackwell's. Dimos una rápida lectura a los capítulos más relevantes, y así obtuvimos los valores exactos de los tamaños de los iones inorgáni-



Esquema más detallado de los enlaces covalentes de la cadena de azúcar-fosfato.

cos en cuestión. No obstante, el problema planteado quedaba aún por resolver.

Cuando llegamos al laboratorio de Dorothy, en el University Museum, no nos sentíamos ya tan animados. Francis desarrolló la teoría helicoidal, dedicando sólo unos minutos a nuestros progresos con el ADN. La mayor parte de la conversación se centró en el reciente trabajo de Dorothy sobre la insulina. Como comenzaba a

anochecer, no pareció oportuno hacerla perder más tiempo. Nos fuimos entonces al Magdalen College, donde íbamos a tomar el té con Avrion Mitchison y Leslie Orgel, miembros ambos del Magdalen. Mientras tomábamos las pastas, Francis empezó a charlar de cosas triviales; yo pensaba en silencio en lo espléndido que sería si algún día pudiera vivir al estilo de un profesor del Magdalen.

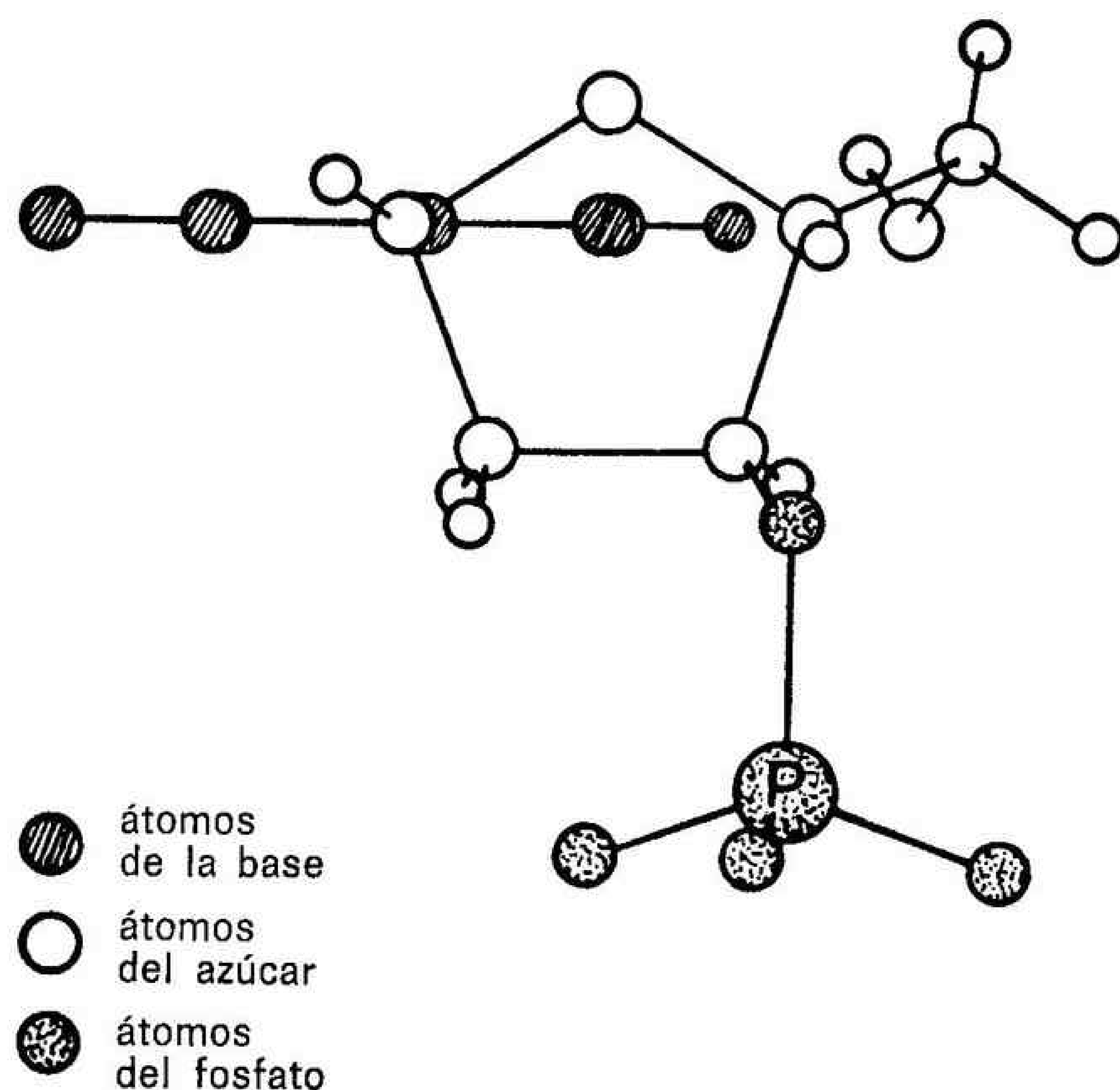
La cena, rociada con un delicioso vino clarete, hizo volver la conversación a nuestro próximo triunfo con el ADN. Para entonces, se había agregado al grupo un íntimo amigo de Francis, el lógico Georg Kreisel, cuyo desaseado aspecto y forma de hablar no se ajustaban a la idea que yo tenía de los filósofos ingleses. Francis acogió su llegada con gran satisfacción. A partir de entonces, el sonido de la risa de Francis y el acento austríaco de Kreisel dominaron la elegante atmósfera del restaurante de la High Street, en el que Kreisel nos había citado. Durante un rato, Kreisel disertó sobre la forma de producir una hecatombe financiera transfiriendo dinero entre las partes políticamente divididas de Europa. Más tarde, se nos sumó Avrion Mitchison, y, durante unos momentos, la conversación tomó el sutil tono humorístico de la clase media intelectual. Esta clase de parloteo, sin embargo, no era de interés para Kreisel, así que Avrion y yo nos excusamos y fuimos paseando por las medievales calles en dirección a mi alojamiento. Para entonces me sentía agradablemente embriagado, y hablé mucho de lo que podíamos hacer cuando hubiésemos resuelto el ADN.

CAPÍTULO XII

A John y Elizabeth Kendrew les di la noticia sobre el ADN cuando fui a desayunar con ellos, el lunes por la mañana. Elizabeth pareció encantada de que el éxito estuviese ya casi al alcance de nuestra mano. John, sin embargo, se tomó con más calma la noticia. Cuando supo que Francis se sentía de nuevo inspirado y que yo no tenía nada más sólido que comunicar que mi entusiasmo, se concentró en la lectura de las secciones de *The Times* que hablaban de los primeros días del nuevo gobierno conservador. Al poco rato, se fue a sus habitaciones de Peterhouse, dejando que Elizabeth y yo habláramos de las posibles implicaciones de mi imprevista buena suerte. No me quedé allí mucho tiempo; cuanto antes regresara al laboratorio, más rápidamente podríamos averiguar cuál de las varias soluciones propuestas se adaptaría a un atento examen de los modelos moleculares.

Sin embargo, tanto Francis como yo sabíamos que los modelos del Cavendish no resultarían satisfactorios por completo. Habían sido construidos por John dieciocho meses antes para un estudio sobre la forma tridimensional de la cadena polipéptida. No existía ningún modelo exacto de los grupos de átomos peculiares del ADN: ni los átomos de fósforo ni las bases de purina y pirimidina se hallaban a mano. No había más remedio, pues, que improvisar, ya que no disponíamos de tiempo para que Max ordenase su construcción. Confeccionar nuevos modelos llevaría toda una semana, mientras que la solución podía ser cuestión de uno o dos días. Así pues, en cuanto llegué al laboratorio empecé a añadir pedazos de alambre de cobre a nuestros modelos de átomos de carbono para que se parecieran a los átomos de fósforo, más grandes.

Mayores dificultades surgían de la necesidad de fabricar mode-



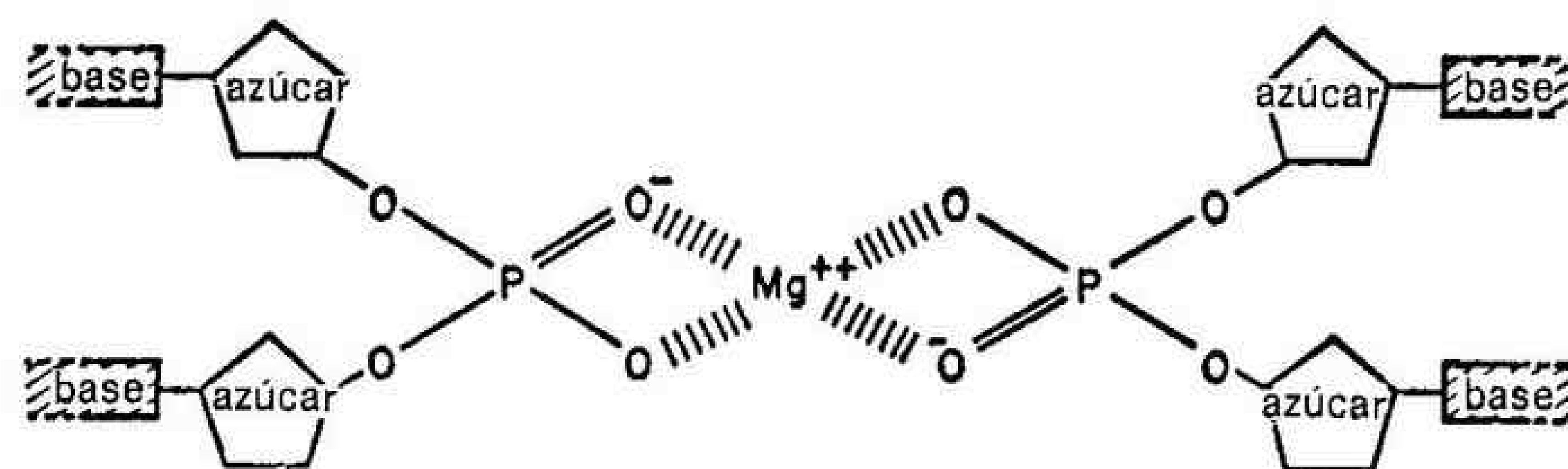
Esquema de un nucleótido, en el que se muestra que el plano de la base nitrogenada es casi perpendicular al plano en que se hallan la mayoría de los átomos de azúcar. Este importante hecho fue establecido en 1949 por S. Furberg, quien, a la sazón, trabajaba en Londres, en el laboratorio del Birkbeck College de J. D. Bernal. Más tarde, Furberg construyó varios modelos para el ADN. Pero, al no conocer los detalles de los experimentos del King's College, construyó tan sólo estructuras de una sola rama, por lo que sus ideas nunca fueron consideradas seriamente en el Cavendish.

los de los iones inorgánicos. A diferencia de los otros componentes, éstos no obedecían a ninguna regla sencilla de la que pudieran deducirse los ángulos con que formarían sus respectivos enlaces químicos. Muy probablemente, tendríamos que conocer la correcta estructura del ADN antes de que se pudieran hacer los modelos. Sin embargo, abrigaba la esperanza de que Francis hubiera resuelto ya esta cuestión, y lo diera a conocer en cuanto entrara en el laboratorio. Desde nuestra última conversación habían transcurrido más de dieciocho horas, y había pocas probabilidades de que los periódicos dominicales le hubieran distraído a su vuelta a la "Green Door".

No obstante, su llegada no aportó nada nuevo. Después de la cena del domingo, había vuelto a reflexionar en el problema, pero no veía ninguna solución rápida, por lo que lo abandonó para echar una ojeada a una novela sobre los erróneos juicios de los profesores de Cambridge acerca del sexo. El libro tenía sus breves momentos buenos, y aun en sus mal concebidas páginas quedaba la duda de si el autor se había basado en las vidas privadas de algunos de sus amigos para construir el argumento.

Mientras tomaba su café de la mañana, Francis abrigaba de todos modos la esperanza de que quizá dispusiéramos ya de suficientes datos experimentales para determinar el resultado. Tal vez pudiéramos comenzar el juego con varios grupos de hechos completamente diferentes y, no obstante, llegar a las mismas soluciones finales. Quizá lográramos resolver todo el problema concentrándonos, simplemente, en la forma más bella en que podría arrollarse una cadena polinucleótida. Así pues, mientras Francis continuaba pensando en el significado de los diagramas de rayos X, empecé a reunir los diversos modelos atómicos en varias cadenas, disponiendo en línea varios nucleótidos. Aunque las cadenas de ADN son muy largas en la naturaleza, no había razón para formar un modelo demasiado extenso. Mientras pudiéramos estar seguros de que se trataba de una hélice, la distribución de posiciones para un solo par de nucleótidos generaba automáticamente la disposición de todos los demás componentes.

A la una, cuando Francis y yo nos dirigimos hacia el "Eagle" para almorzar con el químico Herbert Gutfreund, el trabajo rutinario de ensamblaje estaba terminado. Por aquellos días, John solía ir a Peterhouse; Max, por el contrario, se iba a casa en bicicleta. A veces se unía a nosotros Hugh Huxley, alumno de John, pero últimamente le estaba resultando difícil disfrutar con los inquisitivos ataques de Francis a la hora del almuerzo. Poco antes de mi llegada a Cambridge, la decisión de Hugh de abordar el problema de cómo se contraen los músculos había atraído la atención de Francis sobre el insólito hecho de que, durante veinte años, los fisiólogos musculares habían estado acumulando datos sin intentar reunirlos en un cuadro coherente. No tenía que preocuparse por profundizar en los experimentos realizados, pues Hugh había vadeado ya por entre toda aquella masa no digerida. Almuerzo tras almuerzo, combinaba dichos datos para formar teorías que resistían durante uno o dos días, hasta que Hugh podía convencerle de que un resultado que él quería atribuir a un error experimental era tan sólido como el Peñón de



Hipótesis de cómo los iones Mg^{++} podrían enlazar grupos de fosfatos de carga negativa en el centro de una hélice compuesta.

Gibraltar. Ahora, Hugh había puesto a punto una cámara de rayos X y esperaba obtener pronto pruebas experimentales para resolver los puntos oscuros. Toda emoción desaparecería si Francis, de algún modo, pudiera predecir lo que iba a encontrar.

Pero Hugh no tenía por qué temer una nueva intromisión. Cuando entramos en el "Eagle", Francis no intercambió sus habituales y broncos saludos con el economista persa Ephraim Eshag. Esta vez, dio la impresión de que se proponía algo serio. La construcción real del modelo empezaría tan pronto termináramos de comer, y se formularían planes más concretos para hacer eficaz el proceso. Así pues, mientras tomábamos nuestro pastel de grosella examinamos los pros y los contras de una, dos, tres y cuatro cadenas. Al poco tiempo habíamos desechado las hélices de una sola cadena como incompatibles con las pruebas de que disponíamos. En cuanto a las fuerzas que mantenían unidas las cadenas, lo mejor parecía suponer que eran puentes salinos, en los que cationes divalentes como el Mg^{++} unían a dos o más grupos fosfato. Desde luego, no había pruebas de que las muestras de Rosy contuvieran ningún ion divalente, así que quizás nos estuviéramos equivocando. Por otra parte, no había ninguna evidencia en contra de nuestro presentimiento. Si, al menos, los grupos del King's hubieran pensado en la posibilidad de establecer modelos, se habrían preguntado qué ion se hallaba presente, con lo cual no nos veríamos sumidos en aquella fastidiosa situación. Pero, con un poco de suerte, la adición de iones de magnesio o de calcio a la cadena azúcar-fosfato engendraría una elegante estructura, cuya corrección no pudiera ser discutida.

Pero nuestros primeros intentos con los modelos no dieron resultado. Aunque sólo había implicados unos quince átomos, éstos se caían continuamente de las toscas pinzas dispuestas para sostenerlos a la distancia correcta unos de otros. Peor aún, comenzábamos a tener la desagradable impresión de que no había restricciones a los ángulos de enlace entre varios de los átomos más importantes. Esto resultaba un inconveniente. Pauling había encontrado la hélice α basándose en su conocimiento de que el enlace péptido era plano. Para turbación nuestra, parecía haber razones para creer que los enlaces de fosfodiéster que unían los sucesivos nucleótidos del ADN podían existir en una gran variedad de formas. Con nuestro nivel de intuición química, al menos, no era probable que hubiese ninguna única conformación mucho más bella que el resto.

Sin embargo, después del té empezó a emerger una forma que nos devolvió el ánimo. Tres cadenas se arrollaban una en torno a otra, dando lugar a una repetición cristalográfica cada 28 Å a lo largo del eje de la espiral. Ésta era una característica exigida por las fotografías de Maurice y Rosy, por lo que Francis se sentía más tranquilizado cuando se levantó del banco del laboratorio para pasar revista a los esfuerzos de la tarde. Ciertamente, varios de los contactos atómicos resultaban aún demasiado próximos, pero, después de todo, el juego acababa de comenzar. Con unas horas más de trabajo, quedaría ultimado un modelo presentable.

Un óptimo estado de ánimo prevaleció durante la cena en "Green Door". Aunque Odile no podía seguir nuestras disquisiciones, se alegraba, por supuesto, de que Francis estuviera a punto de conseguir su segundo triunfo en el plazo de un mes. Si aquella racha continuaba, pronto serían ricos y podrían adquirir un automóvil. En ningún momento le pareció oportuno a Francis tratar de simplificar la cuestión en beneficio de Odile. Desde que en cierta ocasión ella le dijera que la fuerza de la gravedad alcanzaba sólo a una altura de tres kilómetros, aquel aspecto de sus relaciones había quedado resuelto. No sólo carecía de una base científica, sino que cualquier intento de meterle alguna idea en la cabeza sería una lucha estéril contra su educación conventual. Lo más que se podía esperar era una apreciación de la forma lineal en que se medía el dinero.

Nuestra conversación recayó sobre una joven estudiante de arte que iba a casarse con un amigo de Odile, Harmut Weil. A Francis, tal matrimonio le resultaba algo desagradable. Serviría para alejar de su círculo a la muchacha más atractiva. Además, había varios aspectos oscuros en torno a Harmut. Se había educado en una tradición universitaria alemana que creía en el duelo. Estaba también su innegable habilidad para persuadir a numerosas mujeres de Cambridge a que posaran para su cámara.

Sin embargo, cuando Francis entró en el laboratorio, inmediatamente después de desayunar, había olvidado la cuestión. Al poco rato, tras rectificar de posición varios átomos, el modelo de tres cadenas comenzó a parecer completamente razonable. El paso siguiente consistía en cotejarlo con las mediciones cuantitativas de Rosy. Lo habíamos construido de modo que sus perímetros helicoidales esenciales se ajustaran a las pautas de difracción de los rayos X que había revelado Rosy en su conferencia. Si era correcto, el modelo también predeciría con exactitud las intensidades relativas de las diversas refracciones de los rayos X.

Hicimos una rápida llamada telefónica a Maurice. Francis explicó cómo la teoría de la difracción helicoidal permitía una pronta revisión de los posibles modelos de ADN. Dijo también que él y yo acabábamos de dar con una criatura que podría ser la respuesta que todos estábamos esperando. Lo mejor que Maurice podía hacer era apresurarse a venir a echar un vistazo. Pero Maurice no dio ninguna fecha concreta. Dijo, simplemente, que quizá pudiera venir cualquier día dentro de la semana. Al poco rato, llegó John para saber cómo Maurice había tomado la noticia. Francis encontró difícil resumir su contestación. Parecía como si Maurice se sintiera indiferente a lo que estábamos haciendo.

Esa misma tarde, mientras proseguíamos nuestras manipulaciones, hubo una llamada telefónica del King's. Maurice llegaría a la mañana siguiente en el tren de las diez y diez de Londres. Además, no vendría solo: le acompañaría su colaborador Willy Seeds. Pero aún más importante era que Rosy, juntamente con su alumno R. G. Gosling, vendría también con ellos. Al parecer, estaban interesados en nuestra solución.

CAPÍTULO XIII

Maurice decidió tomar un taxi desde la estación al laboratorio. De ordinario habría ido en autobús, pero ahora eran cuatro para pagar la carrera. Además, estar esperando en la parada del autobús en compañía de Rosy no le causaría ninguna satisfacción. Sus bien intencionadas observaciones nunca daban resultado, y, aun ahora, cuando la posibilidad de sentirse humillados se cernía sobre ellos, Rosy se mostraba tan indiferente a su presencia como siempre, y dirigía toda su atención a Gosling. Sólo hicieron un ligero esfuerzo para dar la sensación de que estaban unidos cuando Maurice asomó la cabeza en nuestro laboratorio para decir que habían llegado. Maurice pensaba que la forma adecuada de proceder era dejar transcurrir unos minutos sin hablar para nada de cuestiones científicas, en especial en situaciones delicadas como aquélla; pero Rosy no había venido para hablar de banalidades, sino que deseaba saber rápidamente cómo estaban las cosas.

Ni Max ni John hicieron nada para quitarle a Francis el papel de primera figura, pues aquél era su día. Después de saludar a Maurice, alegaron tener mucho trabajo y se retiraron a su despacho conjunto. Antes de llegar la delegación, Francis y yo nos habíamos puesto de acuerdo para presentar nuestros resultados en dos etapas: él resumiría primero las ventajas de la teoría helicoidal, y luego explicaríamos juntos cómo habíamos llegado al modelo propuesto para el ADN. Después podíamos irnos a almorzar todos al "Eagle" y dejar la tarde libre para discutir en conjunto cómo podríamos continuar con las fases finales del problema.

La primera parte se desarrolló conforme a lo previsto. Francis no veía motivo para quitar énfasis al poder de la teoría helicoidal y, transcurridos unos minutos, reveló la forma en que las funciones

Bessel daban claras respuestas. Sin embargo, ninguno de los visitantes manifestó señal alguna de compartir el gozo de Francis. En vez de comprobar ecuaciones, Maurice quiso concentrarse en el hecho de que la teoría no iba más allá de las matemáticas que su colega Stokes había desarrollado sin tanto alboroto. Stokes había resuelto satisfactoriamente el problema una noche en el tren, mientras se dirigía a su casa, y a la mañana siguiente había presentado la teoría en una pequeña hoja de papel.

A Rosy le importaba muy poco quién había elaborado primero la teoría helicoidal, y mientras Francis continuaba hablando manifestaba una creciente irritación. El sermón era innecesario, ya que para ella no existía la más mínima prueba de que el ADN tuviera una estructura helicoidal. Si éste fuera el caso, se sabría a partir de ulteriores trabajos con rayos X. El examen del modelo sólo consiguió aumentar su desdén. Ningún aspecto de la argumentación de Francis justificaba todo el alboroto que habíamos armado. Cuando llegamos a la cuestión de los iones Mg^{++} que mantenían unidos a los grupos fosfato de nuestro modelo de tres cadenas, se mostró agresiva. Esta característica del modelo no ejerció en ella el menor atractivo, y señaló secamente que los iones Mg^{++} estarían rodeados por densas capas de moléculas de agua, por lo que era improbable que fueran el soporte fundamental de una estructura compacta.

Resultaba muy turbador, pero sus objeciones no eran mera perversidad, y en este punto surgió el embarazoso hecho de que mi evaluación del contenido de agua de las muestras de ADN de Rosy podía no haber sido exacta. Quedó claro que el modelo correcto de ADN debía contener diez veces más agua, como mínimo, del que figuraba en nuestro modelo. Esto no significaba, necesariamente, que estuviéramos equivocados; con un poco de suerte, el agua adicional podría ser encajada en los espacios vacíos de la periferia de nuestro modelo. Pero, por otra parte, no cabía rehuir la conclusión de que nuestra argumentación era débil. Tan pronto como Rosy evidenció la posibilidad de que hubiera implicada mucha más agua de la prevista, creció de un modo alarmante el número de modelos potenciales de ADN.

Aunque Francis no podía por menos de dominar la conversación durante el almuerzo, ya no tenía el aire de un maestro dando clase a unos desamparados niños que nunca hasta entonces se hubieran hallado en presencia de una inteligencia de primer orden. Resultaba evidente cuál era el grupo que tenía la pelota en su poder. La forma mejor de salvar algo del día era llegar a un acuerdo

sobre la próxima ronda de experimentos. En particular, bastarían unas pocas semanas de trabajo para ver si la estructura del ADN dependía de los iones exactos utilizados para neutralizar los grupos fosfato negativos. Entonces podría desvanecerse la terrible incertidumbre de si los iones Mg^{++} eran importantes. Una vez conseguido esto, podría comenzar de nuevo la labor de construir el edificio, y, con un poco de suerte, ello podría tener lugar para Navidad.

No obstante, en nuestro posterior paseo por el King's hasta el Trinity no conseguimos adeptos a nuestra causa. Rosy y Gosling se mostraban inflexibles: sus posteriores trabajos no se verían afectados por una excursión de cincuenta millas para asistir a una charla de adolescentes. Maurice y Willy Seeds, en cambio, parecían mostrarse más razonables, pero no había certeza alguna de que esto fuera algo más que el simple reflejo del deseo de no darle la razón a Rosy.

Cuando volvimos al laboratorio, la situación no mejoró. Francis no quería darse por vencido tan pronto, así que repasó algunos de los detalles de cómo habíamos realizado el modelo. No obstante, cuando quedó claro que yo era el único que participaba en la conversación, se descorazonó. Además, para entonces ninguno de nosotros quería mirar otra vez el modelo. Todo su encanto se había desvanecido, y los toscos e improvisados átomos de fósforo no suministraban el menor indicio de que algún día llegaran a encajar en algo de valor. Luego, cuando Maurice mencionó que si se daban prisa el autobús podría permitirles tomar el tren de las 3,40, nos despedimos sin más.

CAPÍTULO XIV

El triunfo de Rosy se difundió hasta el despacho de Bragg con demasiada rapidez. No cabía sino aparentar indiferencia ante la confirmación del hecho de que Francis lograría mucho más si mantuviera la boca cerrada de vez en cuando. Las consecuencias se sucedieron en la forma que era de prever. Evidentemente, aquél era el momento para que el jefe de Maurice considerara con Bragg la cuestión de si tenía sentido que Crick y el americano duplicaran la fuerte inversión que el King's había hecho en el ADN.

Sir Lawrence había tenido demasiadas experiencias con Francis para sorprenderse por el hecho de que hubiera vuelto a provocar una innecesaria tempestad. Era imposible predecir cuándo desencadenaría la siguiente explosión. Si continuaba comportándose de aquella manera, podría pasar fácilmente los siguientes cinco años en el laboratorio sin reunir datos suficientes para justificar un honrado doctorado. La escalofriante perspectiva de soportar a Francis durante los años que le quedaban como profesor del Cavendish era pedir demasiado a Bragg, o a cualquiera dotado de un sistema nervioso normal. Además, había vivido durante demasiado tiempo bajo la sombra de su famoso padre, quien, según creía equivocadamente la mayor parte de la gente, era el verdadero responsable de la gran perspicacia que subyacía en la ley de Bragg. Y ahora, cuando debería estar disfrutando de las distinciones concedidas a la cátedra más prestigiosa del mundo científico, tenía que hacerse responsable de las desenfrenadas extravagancias de un genio fracasado.

Así pues, se le comunicó a Max que Francis y yo deberíamos abandonar el ADN. Bragg no sentía el menor temor de que esta decisión pudiera frenar el avance de la ciencia, ya que las indagaciones realizadas cerca de Max y John no habían revelado nada

original en nuestra aproximación al problema del ADN. Después del éxito de Pauling, nadie podía pretender que la fe en las hélices implicara algo más que unos cerebros carentes de imaginación. En cualquier caso, dejar que el grupo del King's fuera quien trabajara con los modelos helicoidales era lo más adecuado. Crick podría entonces dedicarse a su tesis sobre las formas en que los cristales de hemoglobina reducen su tamaño cuando son colocados en soluciones salinas de diferente densidad. Un año o año y medio de trabajo constante podría esclarecer algo más la forma de la molécula de hemoglobina. Con el doctorado en el bolsillo, Crick podría buscar empleo en cualquier otra parte.

No hicimos ningún intento de apelar contra la sentencia. Con gran alivio por parte de Max y John, nos abstuvimos de discutir públicamente la decisión de Bragg. Una protesta abierta revelaría que nuestro profesor ignoraba por completo lo que significaban las iniciales ADN. No había razón para creer que le concediera ni la centésima parte de importancia que le concedía a la estructura de los metales, de la que se complacía haciendo modelos de burbujas de jabón. Por entonces, nada proporcionaba más satisfacción a sir Lawrence que mostrar su ingeniosa película en la que se mostraba cómo chocaban entre sí las burbujas.

Sin embargo, nuestro razonable comportamiento no se debía al deseo de estar en paz con Bragg. El motivo de nuestro silencio estribaba en que estábamos ya hartos de modelos basados en ejes de azúcar-fosfato. De cualquier forma que los mirásemos, tenían mal aspecto. El día siguiente a la visita de los del King's de Londres, pasamos revista atentamente al asunto de las tres cadenas y a cierto número de posibles variantes. No podía uno estar seguro, pero daba la impresión de que cualquier modelo que situara la cadena azúcar-fosfato en el centro de una hélice obligaba a los átomos a estar más próximos unos a otros de lo que permitían las leyes de la química. A menudo, el colocar un átomo a la distancia adecuada de sus vecinos hacía que un átomo distante quedara cerca de sus compañeros, lo cual era imposible.

Era necesario un nuevo enfoque del problema. No obstante, comprendíamos con tristeza que el incidente con los del King's secaría nuestra fuente de nuevos resultados experimentales. No cabía esperar posteriores invitaciones a los coloquios de investigación, e incluso la pregunta más inocente a Maurice provocaría la sospecha de que estábamos de nuevo en el asunto. Y lo peor era la virtual certeza de que interrumpir nosotros la construcción del modelo no

llevaría consigo una mayor actividad en su laboratorio. Hasta entonces, que nosotros supiéramos, en el King's no se había construido ningún modelo tridimensional del ADN, y sin embargo, nuestro ofrecimiento de acelerar esa tarea dándoles los moldes de Cambridge recibió sólo una tibia acogida. Pero Maurice comentó que en las siguientes semanas tal vez alguien encontrara algo que pudiéramos comentar en común, y Francis y yo acordamos que la próxima vez que uno de nosotros fuese a Londres podríamos echar el anzuelo en su laboratorio.

Así pues, a medida que se aproximaban las vacaciones de Navidad la perspectiva de que alguien de este lado del Atlántico resolviera el ADN parecía muy nebulosa. Aunque Francis volvió a dedicarse a las proteínas, no era de su agrado complacer a Bragg trabajando en su tesis. En vez de ello, tras unos días de relativo silencio, empezó a divagar sobre disposiciones superhelicoidales de las hélices α. Sólo durante la hora del almuerzo podía yo estar seguro de que hablaría del ADN. Por fortuna, John Kendrew consideraba que el veto a trabajar en el ADN no significaba que debiera unirme a él. En ningún momento trató de hacer que me interesara de nuevo en la mioglobina. En lugar de ello, empleé los oscuros y fríos días en aprender más química teórica y en hojear publicaciones especializadas, con la esperanza de poder hallar una pista olvidada que condujese al ADN.

El libro al que más atención yo prestaba era el ejemplar de Francis de *The Nature of the Chemical Bond.* Cada vez con más frecuencia, cuando Francis necesitaba consultar una crucial longitud de enlace, se presentaba en la sección del laboratorio que John me había asignado para realizar trabajos de experimentación. Yo esperaba que el secreto del ADN se hallara escondido en algún lugar de la obra maestra de Pauling. Así pues, el regalo de un segundo ejemplar que me hizo Francis fue un buen presagio. En una de las guardas del libro figuraba la siguiente inscripción: "A Jim, de Francis. Navidad de 1951." Los residuos del cristianismo eran realmente útiles.



Francis junto a un tubo de rayos X del Cavendish.



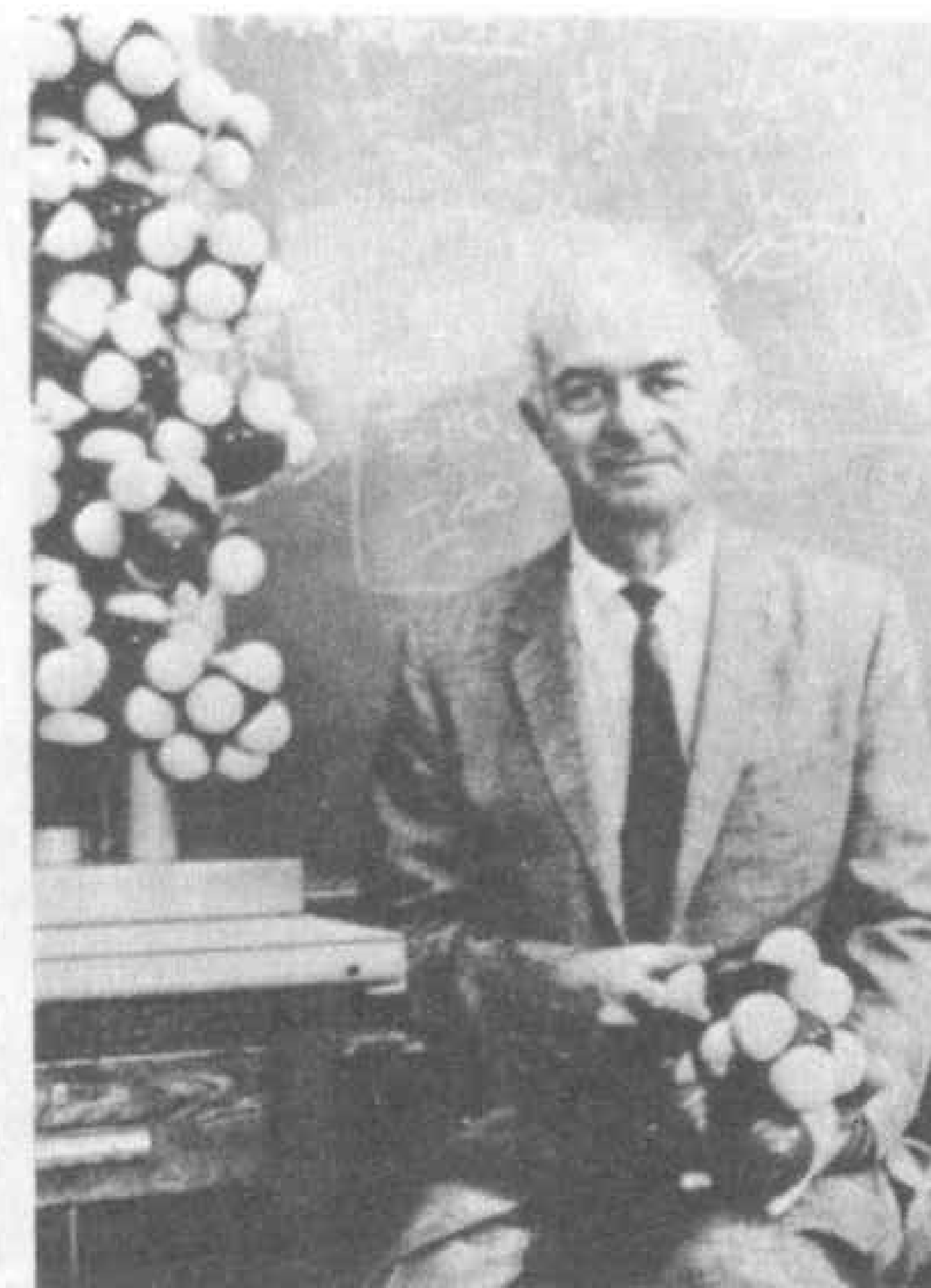
Francis Crick y J. D. Watson durante un paseo por los jardines del King's College. Al fondo, la capilla del King's.



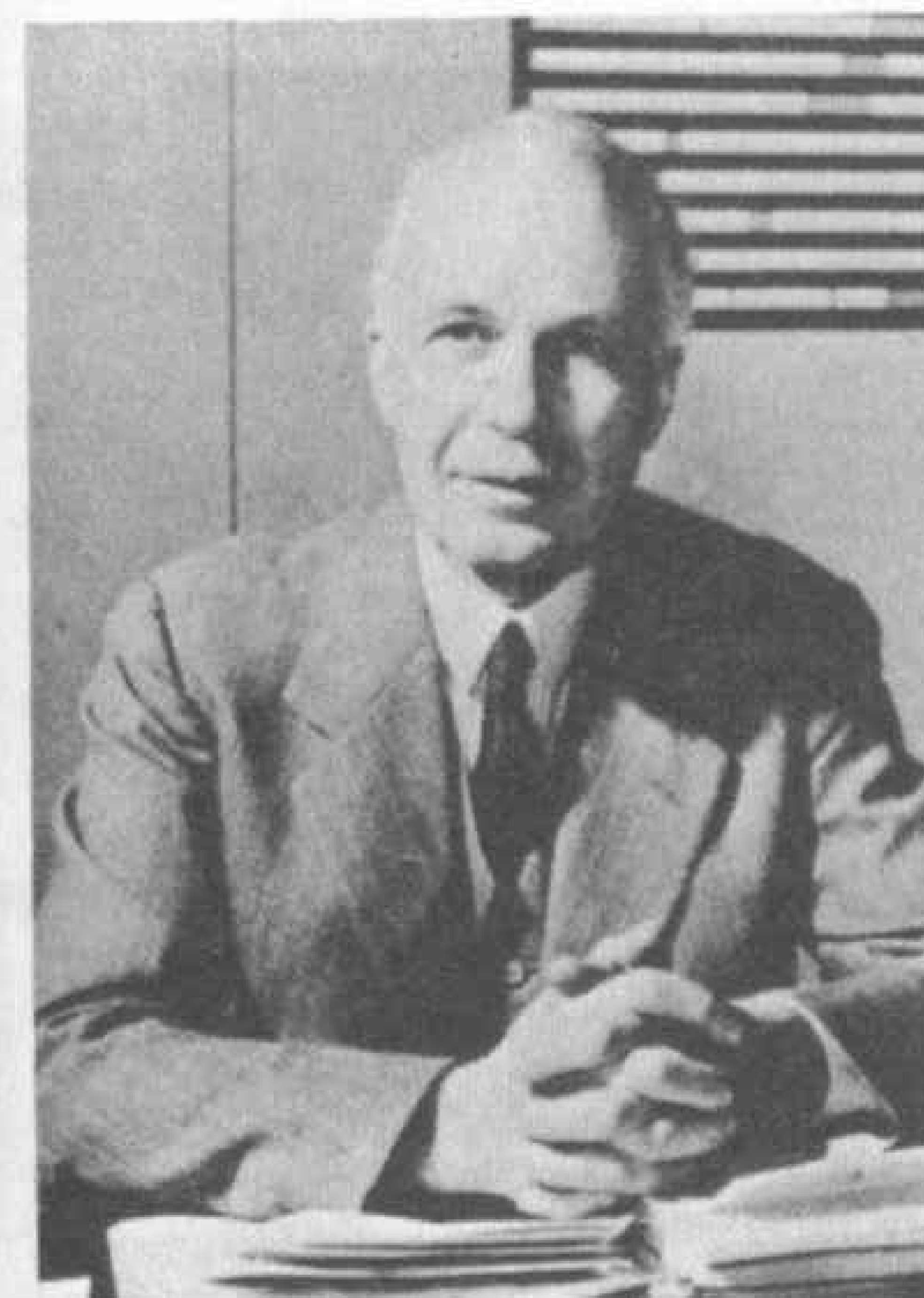
Maurice Wilkins.



Fotografía tomada en ocasión del congreso de genética microbiana celebrado en el Instituto de Física Teórica de Copenhague en marzo de 1951. En primer término: O Maaløe, R. Latarjet, E. Wollman. Detrás: N. Bohr, N. Visconti, G. Ehrensvaard, W. Weidel, H. Hyden, V. Bonifas, G. Stent, H. Kalckar, B. Wright, J. D. Watson, M. Westergaard.



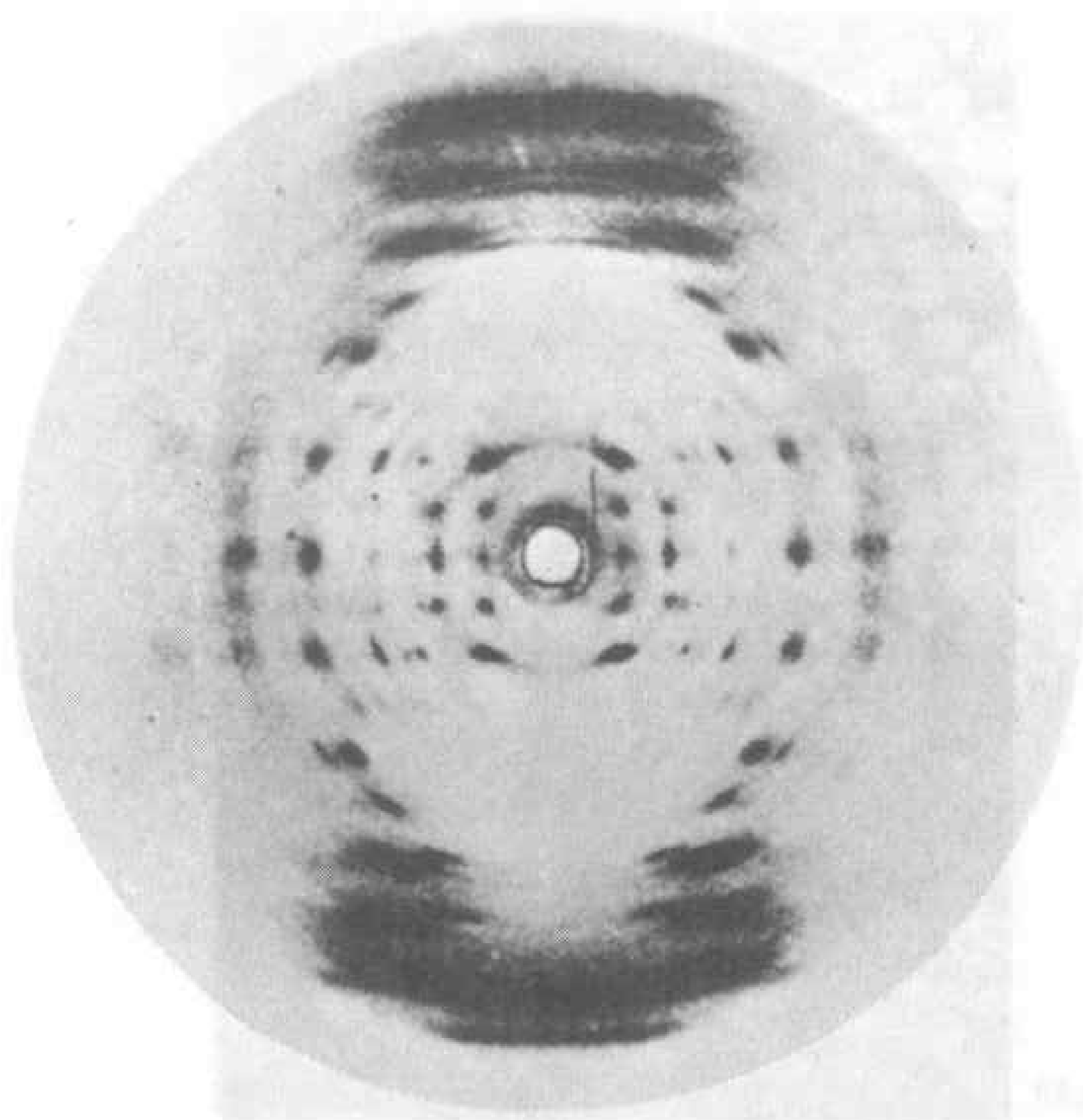
Linus Pauling con sus modelos atómicos.



Sir Lawrence Bragg en su despacho del Cavendish.



Rosalind Franklin.



Fotografía del ADN cristalino en la forma A, obtenida mediante rayos X.



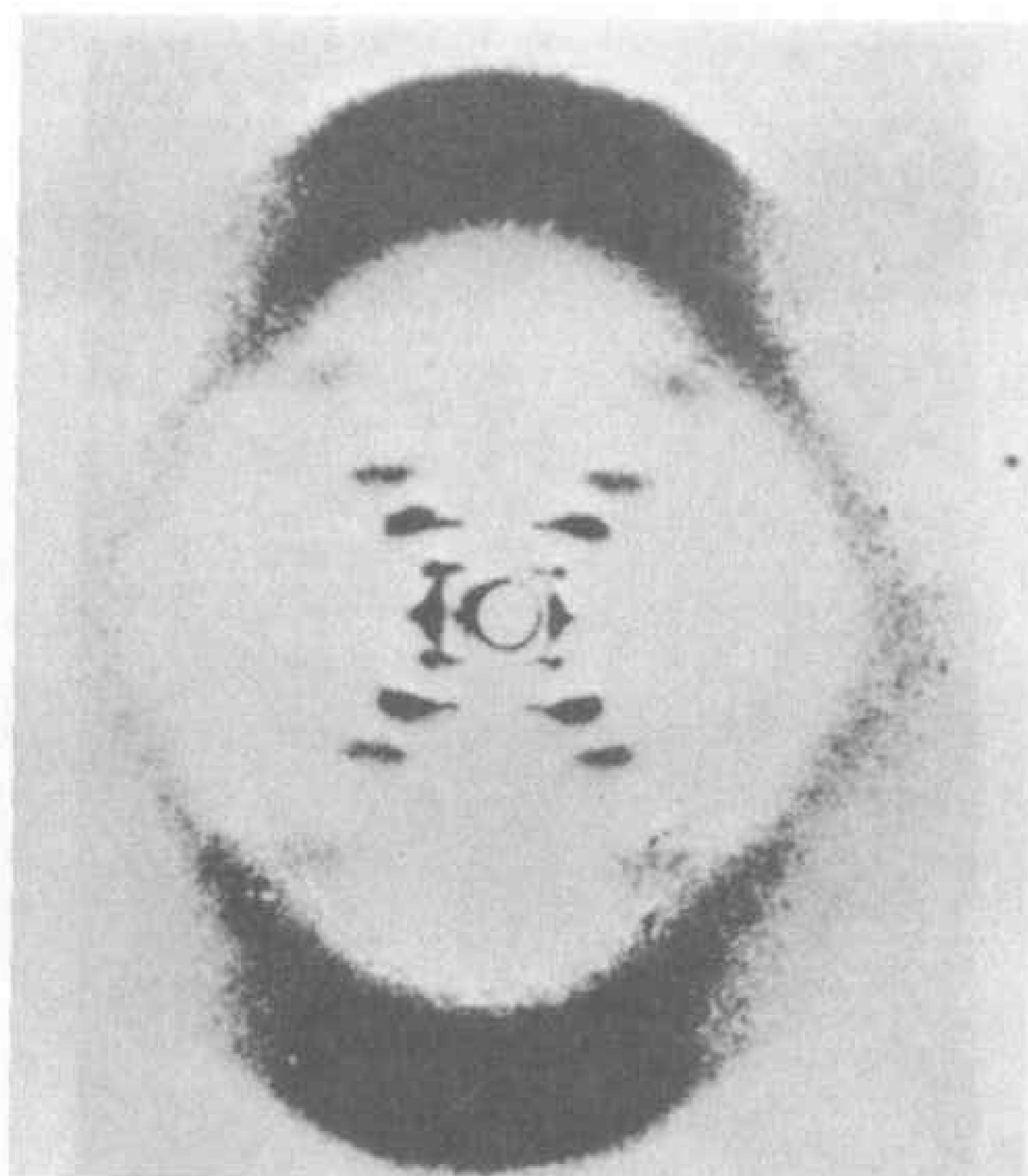
Elizabeth Watson, con el puente Clare al fondo.



En París, de paso para la Riviera, en la primavera de 1952.



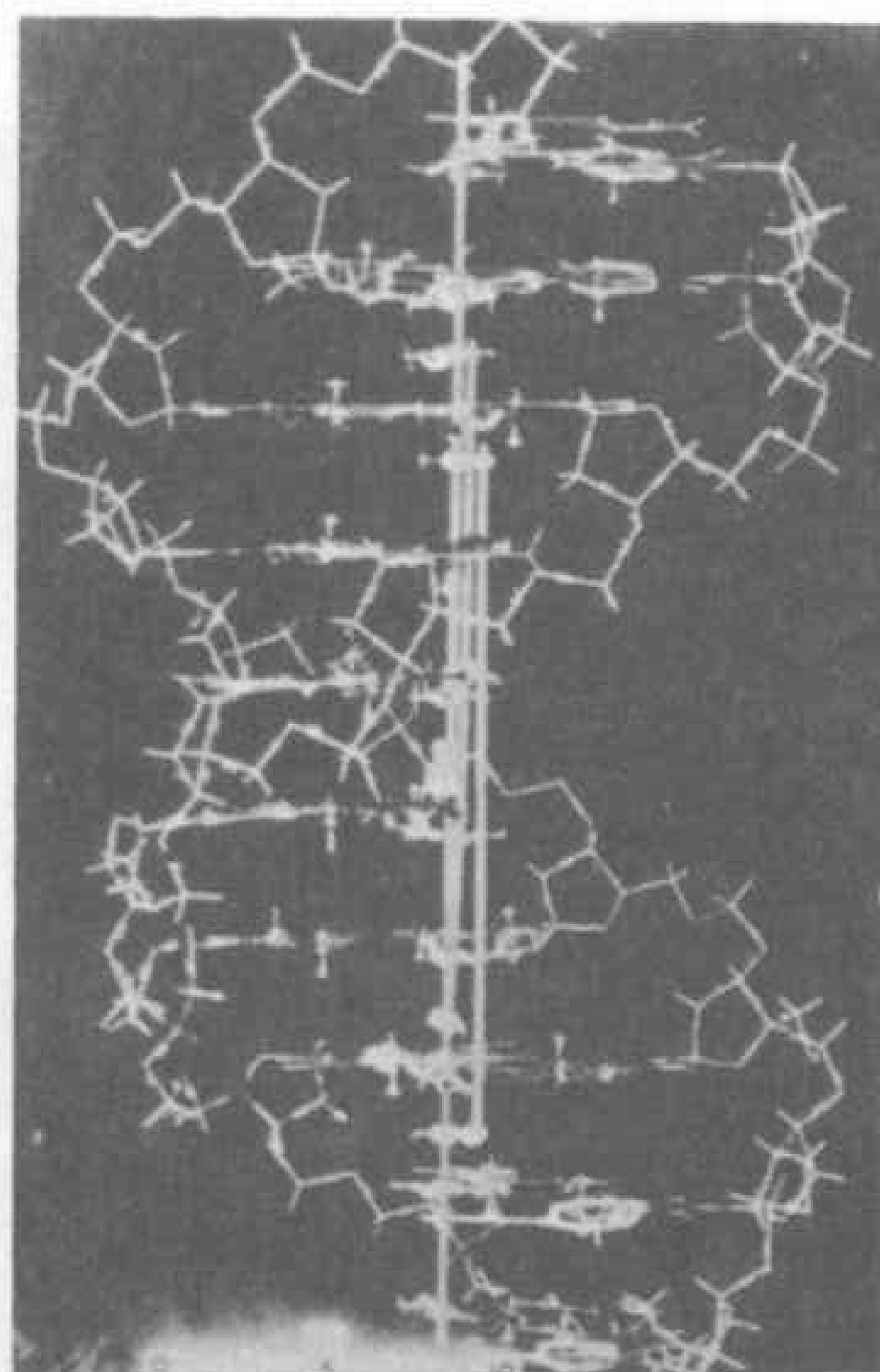
El congreso de Royaumont, en julio de 1952.



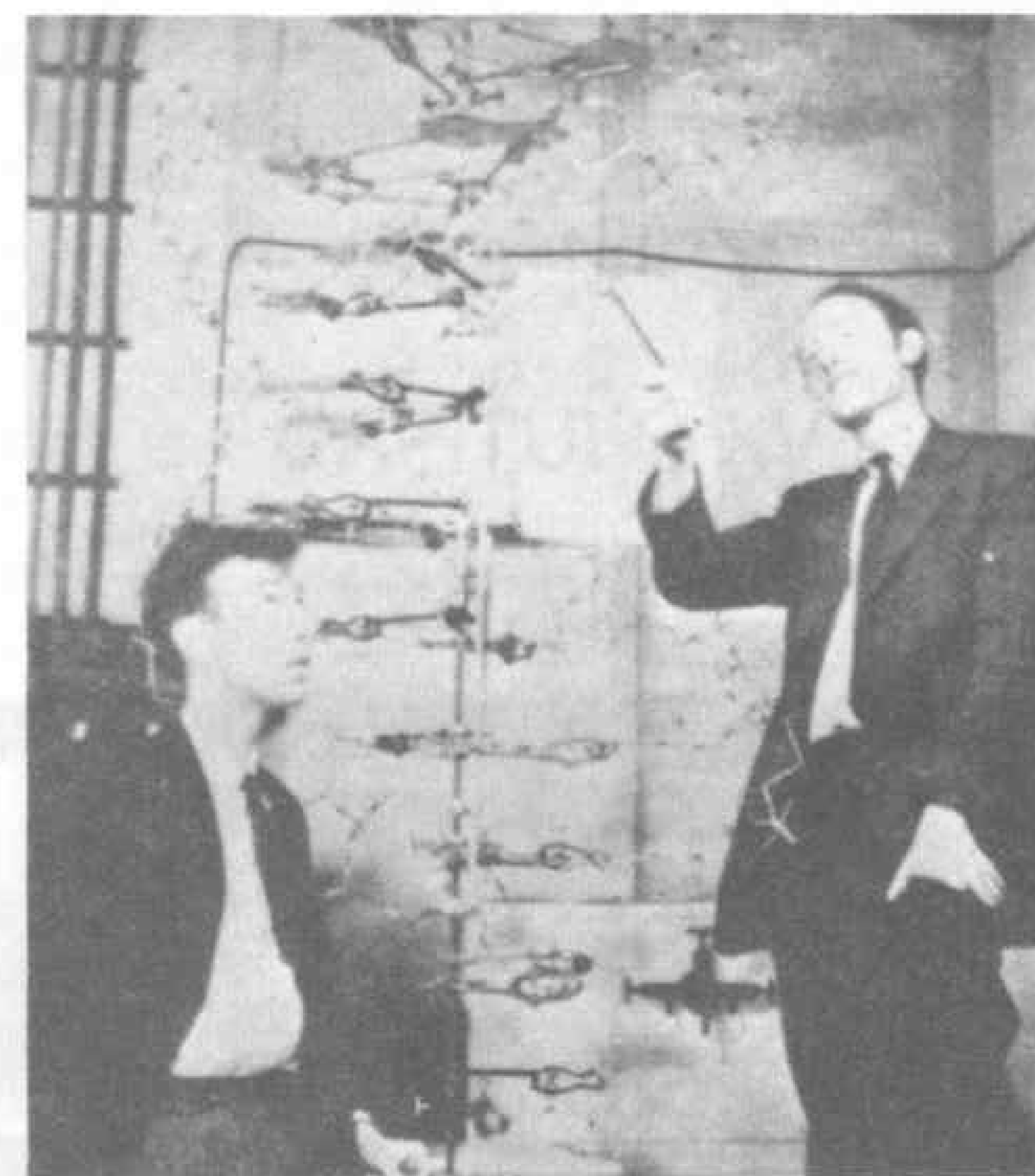
Fotografía a rayos X del ADN en la forma B, tomada por Rosalind Franklin a fines de 1952.



De vacaciones en los Alpes italianos, en agosto de 1952.



Modelo original demostrativo de la doble hélice (la escala está marcada en angstroms).



Watson y Crick junto al modelo de ADN.



Tomando café por la mañana en el Cavendish, poco después de la publicación del manuscrito sobre la doble hélice.



En Estocolmo, para el acto de entrega de sus respectivos premios Nobel, en diciembre de 1962: Maurice Wilkins, John Steinbeck, John Kendrew, Max Perutz, Francis Crick y James D. Watson.

CAPÍTULO XV

No pasé en Cambridge las vacaciones de Navidad. Avrion Mitchison me había invitado a Carradale, residencia de sus padres, en el Mull de Kintyre. Esto representaba una auténtica suerte, ya que, durante las vacaciones, la madre de Av, Naomi, la famosa escritora, y su padre, Dick, miembro laborista del Parlamento, llenaban la mansión con una gran variedad de mentes activas. Además, Naomi era hermana del biólogo más inteligente y excéntrico de Inglaterra, J. B. S. Haldane. Ni la sensación de que nuestro trabajo sobre el ADN había llegado a un callejón sin salida, ni la incertidumbre de recibir mi asignación anual tenían gran importancia cuando me reuní con Av y su hermana Val en la Euston Station. No quedaba ningún asiento libre en el tren nocturno de Glasgow, por lo que realizamos un viaje de diez horas sentados en nuestras maletas, escuchando los comentarios de Val sobre los rústicos modales de los americanos que cada año acuden a Oxford en número creciente.

En Glasgow encontramos a mi hermana Elizabeth, que había volado a Prestwick desde Copenhague. Dos semanas antes, me había enviado una carta en la que me comunicaba que era cortejada por un famoso actor danés. Al instante pensé en impedir el inminente desastre, y le pregunté en seguida a Avrion si podía llevar a Elizabeth a Carradale. Con gran alivio por mi parte, recibí una respuesta afirmativa. Después de pasar dos semanas en una excéntrica casa de campo, sería inconcebible que mi hermana pensara en establecerse en Dinamarca.

Dick Mitchison salió al encuentro del autobús de Campbelltown en el lugar donde la carretera se bifurcaba hacia Carradale, para llevarnos en su coche durante los últimos treinta kilómetros hasta el pequeño pueblo escocés de pescadores donde él y Naomi habían

vivido durante veinte años. Se estaba cenando todavía cuando, por un pasillo de piedra, llegamos al comedor, en el que se desarrollaba una seca y autoritaria disertación. El zoólogo Murdoch Mitchison, hermano de Av, había llegado ya, y disfrutaba acorralando a la gente para hablar de cómo se dividen las células. Con más frecuencia, el tema era la política y la torpe guerra fría ideada por los paranoicos americanos, quienes deberían volver a los despachos jurídicos de las ciudades del Medio Oeste.

A la mañana siguiente me di cuenta de que la mejor manera de no sentir frío era quedarse en la cama, o, cuando eso resultara imposible, dedicarse a andar, a menos que la lluvia cayera a cántaros. Por las tardes, Dick siempre estaba intentando llevar a alguien a cazar palomas; pero cuando me llegó el turno, disparé la escopeta después de que las palomas se perdieran de vista. Así pues, me dediqué preferentemente a permanecer tendido en el suelo del salón, lo más cerca posible del fuego. Estaba también la estimulante diversión de ir a la biblioteca a jugar al ping-pong, rodeado de los austeros dibujos de Naomi y sus hijos hechos por Wyndham Lewis.

Transcurrió más de una semana antes de que me diera cuenta de que una familia de inclinaciones izquierdistas también podía sentirse molesta por la forma de vestir de sus huéspedes. Naomi y varias de las mujeres se ponían vestidos de noche para la cena, pero yo consideré esta aberrante conducta como señal de vejez inminente. Nunca se me ocurrió pensar que mi aspecto llamara la atención, ya que mi cabello estaba empezando a perder su identidad americana. Cuando, el día de mi llegada a Cambridge, Max me presentó a Odile, ésta se quedó muy sorprendida, y más tarde le dijo a Francis que iba a trabajar en el laboratorio un americano calvo. La mejor forma de rectificar la situación era no acudir al peluquero hasta integrarme en el ambiente de Cambridge. Aunque mi hermana se sorprendió al verme de nuevo, yo sabía que se necesitarían meses, si no años, para sustituir sus superficiales valores por los de la intelectualidad inglesa. Así pues, Carradale era el lugar perfecto para dar un paso más y dejarme barba. Desde luego, no me gustaba su color rojizo, pero afeitarme con agua helada era una agonía. No obstante, tras una semana de agrios comentarios de Val y Murdoch, además de la desaprobación de mi hermana, me presenté a cenar con el rostro perfectamente afeitado. Cuando Naomi formuló una cortés observación acerca de mi aspecto, comprendí que había tomado la decisión adecuada.

Por las noches no había forma de evitar los juegos intelectuales,

en los que lo esencial era poseer un amplio vocabulario. Cada vez que era leída mi diáfana aportación, sentía deseos de ocultarme detrás de la silla que ocupaba antes de arrostrar las condescendientes miradas de las mujeres Mitchison. Para mi alivio, la mayor parte de los huéspedes de la casa no permitían que me llegara con frecuencia el turno, y yo me quedaba sentado cerca de la caja de chocolates, esperando que nadie se diera cuenta de que nunca la ofrecía. Mucho más agradables eran las horas que transcurrían jugando a "asesinos" en los numerosos y oscuros rincones de los pisos superiores. La más aficionada al juego era Lois, otra hermana de Av, que acababa de regresar de Karachi, donde había pasado un año dedicada a la enseñanza. Según ella, los vegetarianos hindúes no eran más que unos hipócritas.

Casi desde el principio de mi estancia comprendí que me resultaría penoso separarme de Naomi y Dick. La perspectiva de comer con la sidra alcohólica inglesa compensaba sobradamente la costumbre de dejar abiertas las puertas a los vientos del oeste. No obstante, Murdoch había fijado la fecha en que yo debía partir, tres días después de Año Nuevo, a fin de que pudiera dar una conferencia en una reunión en Londres de la Society for Experimental Biology. Dos días antes del previsto para mi marcha, cayó una fuerte nevada. Los yermos páramos de los alrededores tomaron el aspecto de montañas antárticas. Era una ocasión perfecta para dar un largo paseo vespertino por la carretera de Campbelltown, en compañía de Av. Mientras éste hablaba de sus experimentos sobre trasplantes e inmunidad, yo pensaba en la posibilidad de que la carretera continuara cerrada al tránsito el día en que había de marcharme. Sin embargo, el clima no estaba de mi lado, pues parte de los invitados tomamos en Tarbert el vapor de Clyde. A la mañana siguiente ya estábamos en Londres.

En Cambridge esperaba encontrar alguna noticia de los Estados Unidos en relación con mi beca, pero aún no había llegado ninguna comunicación oficial. Puesto que Luria me había escrito en noviembre diciéndome que no me preocupara, la ausencia de noticias concretas resultaba ominosa. Al parecer, no se había tomado ninguna decisión, y era de esperar lo peor. De todos modos, aunque no se renovase mi beca, la situación no sería del todo grave. John y Max me aseguraron que podría conseguirse un pequeño estipendio inglés si se me suprimía por completo toda ayuda americana. Mi incertidumbre no tocó a su fin hasta últimos de enero, con la llegada de una carta de Washington: se acabó la subvención. La carta citaba

la cláusula de la concesión de beca en la que se estipulaba que ésta era válida sólo para trabajar en la institución designada. La violación por mi parte de esta cláusula no les permitía más opción que revocar la beca.

En el segundo párrafo se me comunicaba la noticia de que me había sido concedida una beca distinta, pero pronto comprendí que mi castigo no iba a limitarse al largo período de incertidumbre. La segunda beca no era para el acostumbrado período de doce meses, sino que su extinción se determinaba explícitamente al cabo de ocho meses, a mediados de mayo. En resumidas cuentas, el verdadero castigo por no seguir el consejo del Centro y marcharme a Cambridge eran mil dólares. Para entonces era ya virtualmente imposible obtener ninguna otra ayuda antes del comienzo del curso académico, en el mes de septiembre, así que acepté la beca. No era cosa de desperdiciar dos mil dólares.

Antes de que transcurriera una semana, llegó una nueva carta de Washington. Estaba firmada por el mismo hombre, quien ya no actuaba como presidente del Consejo de Becas. El título que ahora ostentaba era el de presidente del Consejo Nacional de Investigación. Se estaba organizando un congreso para el que se me pedía diera una conferencia sobre el crecimiento de los virus. La fecha del congreso, que había de tener lugar en Williamstown, era a mediados de junio, sólo un mes después de la expiración de mi beca. Desde luego, yo no tenía la menor intención de marcharme, ni en junio ni en septiembre. El único problema era cómo redactar la contestación. Mi primer impulso fue responder que no podía ir a causa de un imprevisto revés económico. Pero, pensándolo mejor, no quise darle la satisfacción de creer que había afectado a mis planes. Despaché una carta diciendo que encontraba a Cambridge muy interesante intelectualmente, por lo que no pensaba estar en los Estados Unidos en el mes de junio.

CAPÍTULO XVI

Para entonces, yo había decidido ganar tiempo dedicándome a la investigación del virus del mosaico del tabaco (VMT). Un componente vital del VMT era un ácido nucleico, y por ello era la tapadera perfecta para enmascarar mi continuado interés en el ADN. Aunque, de hecho, el ácido nucleico no era ADN, sino otra forma conocida con el nombre de ácido ribonucleico (ARN). Sin embargo, esta diferencia constituía una ventaja, ya que Maurice no podía reclamar ningún derecho sobre el ARN. Si resolvíamos el ARN, tal vez pudiéramos también suministrar la clave vital del ADN. Pero, por otra parte, se pensaba que el VMT tenía un peso molecular de cuarenta millones, y, a primera vista, debía ser muchísimo más difícil de comprender que las moléculas, mucho más pequeñas, de mioglobina y hemoglobina, en las que John y Max llevaban varios años trabajando sin obtener soluciones de interés bioquímico.

El VMT había sido ya examinado a los rayos X por J. D. Bernal e I. Fankucken. En sí mismo, esto resultaba intimidante, ya que la autoridad de Bernal era de todos conocida, y yo jamás podía esperar alcanzar su dominio de la teoría cristalográfica. Era incapaz incluso de entender varios aspectos de su estudio clásico, publicado poco después del comienzo de la guerra en el *Journal of General Physiology*. Era éste un extraño lugar donde publicarlo, pero Bernal se había consagrado al esfuerzo que exigía la guerra, y Fankucken, quien por entonces había vuelto a los Estados Unidos, decidió insertar sus datos en una publicación leída por las personas interesadas en los virus. Finalizada la guerra, Fankucken perdió interés en los virus, y, aunque Bernal trabajaba en la cristalografía de las proteínas, estaba más interesado en fomentar las buenas relaciones con los países comunistas.

Pese a la debilidad de la base teórica de muchas de sus conclusiones, la idea general que de ellas se podía extraer era evidente. El VMT estaba constituido por un gran número de subunidades idénticas, si bien se ignoraba cómo estaban dispuestas esas subunidades. Además, en 1939 aún no se podía comprender el hecho de que los componentes de las proteínas y los del ARN debían disponerse probablemente según pautas radicalmente diferentes. Pero en la época en que yo abordé el tema era fácil ya imaginar que el virus estaría constituido por grandes cantidades de subunidades de proteínas. Con el ARN ocurriría todo lo contrario. La división de la molécula de ARN en un gran número de subunidades produciría cadenas polinucleótidas demasiado pequeñas para transmitir la información genética que Francis y yo creíamos debía residir en el ARN del virus. La hipótesis más plausible para la estructura del VMT era imaginar un núcleo central de ARN rodeado por gran número de pequeñas subunidades de proteínas, idénticas entre sí.

De hecho, existía ya una evidencia bioquímica de la presencia en el VMT de numerosas subunidades de proteína. Los experimentos del alemán Gerhard Schramm, publicados por vez primera en 1944, informaban de que en un medio levemente alcalino los VMT se descomponían en ARN libre y un gran número de moléculas similares, si no idénticas, de proteína. Sin embargo, fuera de Alemania nadie pensaba que Schramm se hallara en lo cierto. Esta incredulidad se debía a la guerra. Para la mayoría de la gente, resultaba inconcebible que los brutos alemanes hubieran permitido que se hubieran realizado los numerosos experimentos que implicaban sus afirmaciones durante los últimos años de una guerra que estaban perdiendo. Era demasiado fácil imaginar que el trabajo recibía el apoyo nazi y que sus experimentos fueron mal interpretados. Perder el tiempo refutando a Schramm no era del agrado de la mayoría de los bioquímicos. Sin embargo, al leer el artículo de Bernal me sentí atraído por las deducciones de Schramm, pues si había interpretado mal sus datos había obtenido por accidente la solución correcta.

Era concebible que unas cuantas fotografías más con rayos X explicaran cómo se situaban las subunidades de proteína. Esto resultaría particularmente cierto en el caso de que se hallaran dispuestas helicoidalmente. Lleno de excitación, sustraje de la Biblioteca Filosófica el estudio de Bernal y Fankucken y lo llevé al laboratorio para que Francis pudiera examinar la fotografía con rayos X del VMT. Cuando vio los espacios vacíos que caracterizan los modelos helicoidales, se puso en seguida en acción, descartando varias posibles estructuras helicoidales del virus. A partir de aquel momento, me di cuenta de que yo ya no podría evitar entender la teoría helicoidal. Sin embargo, debía esperar a que Francis dispusiera de tiempo libre, para ayudarme en el aspecto matemático del problema. Por fortuna, bastaban sólo unos conocimientos superficiales para ver por qué la fotografía con rayos X del VMT sugería una hélice con una vuelta cada 23 Å a lo largo del eje helicoidal. De hecho, las reglas eran tan simples que Francis pensó en escribirlas bajo el título: "Transformaciones de Fourier para ornitólogos."

Esta vez, sin embargo, Francis no se mostraba muy entusiasta, y durante los días siguientes mantuvo que la evidencia en favor de una hélice de VMT no pasaba de ser mediana. Mi moral se derrumbó, hasta que di con una razón indudable de por qué las subunidades debían disponerse helicoidalmente. En un momento de aburrimiento, después de comer, había leído una publicación de la Faraday Society sobre la estructura de los metales. Dicha publicación contenía una ingeniosa hipótesis del teórico F. C. Frank sobre cómo crecen los cristales. Cada vez que se hacían debidamente los cálculos, emergía la paradójica respuesta de que los cristales no podían crecer a los ritmos observados. Frank comprobó que la paradoja se desvanecía si los cristales no eran regulares como se sospechaba, sino que contenían dislocaciones que constituían acogedoras esquinas en las que podían encajarse nuevas moléculas.

Varios días después, mientras me dirigía en el autobús a Oxford, se me ocurrió la idea de que cada partícula de VMT debía ser considerada como un pequeño cristal creciendo como otros cristales mediante acogedoras esquinas. Y, lo más importante, la forma más sencilla de que dichas esquinas se produjeran era disponer las subunidades en una estructura helicoidal. La idea era tan sencilla que tenía que ser verdadera. Todas las escaleras de caracol que vi aquel fin de semana en Oxford me hicieron confiar en que otras estructuras biológicas tendrían también una simetría helicoidal. Durante más de una semana, escudriñé fotomicrografías de fibras de músculo y colágeno, buscando señales de hélices. Sin embargo, Francis permanecía escéptico, y, en ausencia de hechos concretos y probados, yo sabía que era inútil tratar de suscitar su interés.

Hugh Huxley acudió en mi ayuda y se ofreció a enseñarme a preparar la cámara de rayos X para fotografiar el VMT. La forma de revelar una hélice era inclinar la muestra de VMT en varios ángulos respecto al rayo incidente. Fankucken no había procedido así, ya que antes de la guerra nadie tomaba en serio las estructuras helicoi-

LA DOBLE HÉLICE

dales. Fui a visitar a Roy Markham, para ver si tenía a mano algún VMT sobrante. Markham trabajaba entonces en el Molteno Institute, que, a diferencia de todos los demás laboratorios de Cambridge, poseía una buena calefacción. Ello se debía al asma de David Keilin, conocido por el sobrenombre de "el profesor rápido", y a la sazón director del instituto. Siempre iba bien estar por unos momentos a una temperatura de más de 20 grados, aun cuando me exponía a que Markham empezara a decirme qué mal aspecto tenía, con lo cual daba a entender que, de haber sido criado con cerveza inglesa, no me vería en tal triste estado. Esta vez, sin embargo, se mostró simpático y, sin vacilar, me ofreció unos virus. La idea de Francis y yo manchándonos las manos realizando experimentos le provocaba un no disimulado regocijo.

Tal como esperábamos, mis primeras fotografías con rayos X tenían mucho menos detalle que las fotografías ya publicadas. Necesitamos más de un mes antes de que pudiera presentar fotografías medianamente aceptables. Pero aún distaban mucho de ser lo suficiente buenas como para detectar una hélice.

El único acontecimiento realmente divertido durante todo el mes de febrero lo constituyó un baile de disfraces que dio Geoffrey Roughton en la mansión de sus padres, en Adams Road. Sorprendentemente, Francis no quiso asistir, aunque Geoffrey conocía a muchas chicas guapas, y se decía que escribía poesía con un pendiente puesto. Odile, sin embargo, no quiso perdérselo, de modo que fui con ella, después de haber alquilado un traje de soldado de los tiempos de la Restauración. Nada más cruzar la puerta y hallarnos en medio del apiñamiento de bailarines medio borrachos, comprendimos que la noche sería todo un éxito, ya que, al parecer, la mitad de las atractivas chicas *au pair* (muchachas extranjeras que vivían con familias inglesas) de Cambridge se encontraban allí.

Una semana después, se celebraba un baile tropical al que Odile tenía interés en asistir, dado que se había encargado de los decorados y, también, porque estaba patrocinado por la gente de color. Francis volvió a abstenerse de asistir, esta vez acertadamente. La pista de baile estaba medio vacía, y, aun después de tomar varias copas, no disfruté lo más mínimo bailando mal a la vista de todos. Más importante era el hecho de que Linus Pauling iba a venir a Londres en mayo para asistir a un congreso sobre la estructura de las proteínas organizado por la Royal Society. Uno nunca podía estar seguro de dónde daría el siguiente golpe de efecto. Y la perspectiva de que pudiera visitar el King's resultaba escalofriante.

CAPÍTULO XVII

Sin embargo, Linus se vio impedido de llegar a Londres. Su viaje terminó bruscamente en Idlewild con la retirada de su pasaporte. El Departamento de Estado norteamericano no quería que agitadores como Pauling anduvieran por el mundo diciendo cosas desagradables sobre la política de los banqueros que contenían a las hordas comunistas. Permitir que Pauling realizara su viaje podría dar lugar en Londres a la celebración de una conferencia de prensa en la que Linus expusiera los principios de la coexistencia pacífica. La posición de Acheson era ya bastante apurada para dar a McCarthy la oportunidad de anunciar que nuestro gobierno permitía que radicales amparados por la posesión de un pasaporte de los Estados Unidos atacaran la forma de vida americana.

Francis y yo nos encontrábamos ya en Londres cuando el escándalo llegó a la Royal Society. Aquello parecía increíble. Resultaba mucho más tranquilizador pensar que Linus se había puesto enfermo en el avión que le conducía a Nueva York. La prohibición a uno de los más destacados científicos del mundo de asistir a un congreso carente por completo de todo matiz político habría sido algo que cabía esperar de los rusos. Un científico ruso fácilmente podría desear huir a la opulencia de Occidente, pero no existía ningún peligro de que Linus deseara huir. Su vida en el Cal Tech le resultaba enteramente satisfactoria.

Sin embargo, varios miembros del consejo de gobierno del Cal Tech se habrían sentido muy complacidos si Linus hubiera decidido marcharse. Cada vez que cogían un periódico y veían el nombre de Pauling entre los patrocinadores de una conferencia mundial de paz, hervían de rabia y deseaban que hubiera alguna manera de librar a California meridional de su perniciosa influencia. Pero Linus

sabía de sobra que sólo podía esperar una confusa irritación de los millonarios californianos cuyos conocimientos de política exterior provenían casi exclusivamente de la lectura del *Los Angeles Times*.

Para varios de nosotros, que acabábamos de llegar a Oxford para participar en un congreso de la Sociedad de Microbiología General sobre la naturaleza de la multiplicación de los virus, el escándalo no constituía ninguna sorpresa. Luria había de ser uno de los principales ponentes, y dos semanas antes de su previsto vuelo a Londres le notificaron que no se le concedería pasaporte. Como de costumbre, el Departamento de Estado no jugaba limpio con aquello que consideraba sucio.

La ausencia de Luria hizo que recayera sobre mí el trabajo de describir los recientes experimentos de los investigadores americanos sobre fagos. No me fue necesario preparar la conferencia, pues, varios días antes del congreso, Al Hershey me había enviado una larga carta desde Cold Spring Harbor en la que resumía los últimos experimentos efectuados. Él y Martha Chase demostraban mediante tales experimentos que una característica clave de la infección de una bacteria por un fago era la inyección del ADN vírico en la bacteria receptora. Y, lo que era más importante, en la bacteria penetraba muy poca proteína. Su experimento era, pues, una nueva y valiosa prueba de que el ADN constituía el material genético primario.

Sin embargo, nadie de entre los más de cuatrocientos microbiólogos que componían el auditorio parecía interesado en la lectura que hice de varios párrafos de la carta de Hershey. Una evidente excepción la constituían, sin embargo, André Lwoff, Seymour Benzer y Gunther Stent, que habían llegado de París. Sabían que los experimentos de Hershey no eran triviales y que, a partir de entonces, todo el mundo habría de prestar mucha más atención al ADN. Sin embargo, para la mayoría de los asistentes, el nombre de Hershey no tenía ninguna importancia. Además, al ser yo americano, mi cabello sin cortar no suministraba ninguna garantía de que mi criterio científico no fuera igualmente extravagante.

Dominando el congreso estaban los virólogos ingleses F. C. Bawden y N. W. Pirie, que trabajaban en virus parásitos de plantas. Nadie podía igualar la erudición de Bawden ni el aplomado nihilismo de Pirie, quien rechazaba enérgicamente la idea de que algunos fagos tuviesen cola o que el VMT tuviese una longitud fija. Cuando intenté que Pirie hablara de los experimentos de Schramm, dijo que se debía prescindir de ellos. Por lo tanto, volví al tema, menos polémico, de si la longitud de 3.000 Å de muchos de los VMT tenía importancia biológica. La idea de que era preferible una solución sencilla no tenía ningún atractivo para Pirie, quien sabía que los virus eran demasiado grandes para poseer estructuras bien definidas.

De no haber sido por la presencia de Lwoff, el congreso habría terminado en un completo fracaso. André estaba muy interesado en el papel que tenían los metales divalentes en la multiplicación de los fagos, por lo que se mostró interesado por mi hipótesis de que los iones tenían una importancia decisiva en la estructura del ácido nucleico. En especial, tenía el presentimiento de que determinados iones podrían ser el recurso indicado para la exacta replicación de las macromoléculas o la atracción entre cromosomas similares. Sin embargo, era imposible comprobar nuestras suposiciones, a menos que Rosy dejara a un lado su determinación de basar sus investigaciones exclusivamente en las técnicas clásicas de difracción de los rayos X.

Durante el congreso de la Royal Society, no se dio el menor indicio de que algún miembro del King's hubiera mencionado los iones desde que nosotros expusimos la teoría, a primeros de diciembre. Sonsacando a Maurice, supe que los modelos moleculares que les enviamos no habían sido tocados desde que llegaron a su laboratorio. Pero aún no había llegado el momento de que Rosy y Gosling se sintieran apremiados a construir un modelo del ADN. Es más, las disensiones entre Maurice y Rosy se habían acentuado desde su visita a Cambridge. Ahora, Rosy insistía en que sus datos demostraban que el ADN *no* era una hélice. En vez de construir modelos helicoidales bajo la dirección de Maurice, tal vez usara los alambres de cobre de los modelos para estrangularle.

Cuando Maurice preguntó si necesitábamos que los modelos fueran enviados nuevamente a Cambridge, respondimos afirmativamente, dando a entender que eran precisos más átomos de carbono para hacer modelos con el fin de estudiar cómo se combinaban las cadenas polipéptidas. El hecho de que yo estuviese realizando un trabajo serio con el VMT le proporcionaba la seguridad de que de momento no volvería a ocuparme en la estructura del ADN.

CAPÍTULO XVIII

Maurice no tenía la menor sospecha de que muy pronto yo demostraría mediante las fotografías con los rayos X que el VMT poseía una estructura helicoidal. Este éxito inesperado vino como consecuencia de utilizar un poderoso tubo anódico rotatorio de rayos X, que acababa de ser construido en el Cavendish. Este supertubo me permitió tomar fotografías a una velocidad veinte veces mayor que con el equipo convencional. Al cabo de una semana, había duplicado el número de mis fotografías de VMT.

Por aquel entonces, las puertas del Cavendish se cerraban a las diez de la noche. Aunque el portero tenía su vivienda junto a la verja, nadie le molestaba después de la hora de cierre. Rutherford había querido impedir que los estudiantes trabajaran por la noche, ya que los atardeceres de verano eran más adecuados para practicar el tenis. Quince años después de su muerte, aún había una única llave disponible para los que se quedaban a trabajar hasta horas avanzadas. Dicha llave la poseía en exclusiva Hugh Huxley, quien sostenía que las fibras musculares estaban vivas y no se hallaban, por tanto, sujetas a reglas físicas. Cuando era necesario, me prestaba la llave o bajaba la escalera para abrir las pesadas puertas que daban a la Free School Lane.

Cuando, a hora avanzada de una templada noche de junio, volví al Cavendish para desconectar el tubo de rayos X y revelar la fotografía de una nueva muestra de VMT, Hugh no estaba en el laboratorio. Había dispuesto la placa con una inclinación de 25 grados, de modo que, si tenía suerte, encontraría las reflexiones helicoidales. Nada más colocar el negativo, aún húmedo, ante la luz, comprendí que por fin había encontrado la evidencia que buscaba. Las reveladoras marcas helicoidales eran inequívocas. Ahora ya no

habría más problemas para convencer a Luria y a Delbrück de que mi estancia en Cambridge estaba justificada. A pesar de lo tardío de la hora, no sentía ningún deseo de volver a mi habitación de la Tennis Court Road, y estuve paseando más de una hora por los jardines, lleno de satisfacción.

A la mañana siguiente, esperé con ansia a que llegara Francis y confirmara mi diagnóstico helicoidal. Necesitó menos de diez segundos para detectar la difracción crítica, y entonces todas las dudas que aún albergaba se desvanecieron. Por gastarle una broma, quise hacerle creer que no pensaba que mi fotografía fuese importante. En vez de ello, afirmé que lo realmente importante era la idea de las esquinas acogedoras. No bien hube pronunciado estas poco serias palabras, Francis se puso a disertar sobre los peligros de la teleología acrítica. Francis decía siempre lo que pensaba, y daba por supuesto que yo me comportaba de la misma forma. Aunque en Cambridge el éxito en la conversación provenía frecuentemente de decir algo absurdo, esperando que alguien le tomara en serio, Francis no tenía necesidad de adoptar esta táctica. Una charla de uno o dos minutos sobre los problemas emocionales de las muchachas extranjeras era siempre un tónico suficiente, incluso para la reunión nocturna más formal de Cambridge.

Por supuesto, era evidente cuál iba a ser nuestra próxima meta. Habíamos agotado las posibilidades del VMT. Desentrañar por completo su estructura requería otros métodos que nosotros no dominábamos, y aun así podríamos tardar años en dilucidar la estructura del ARN. El camino hacia el ADN no pasaba por el virus del mosaico del tabaco.

El momento era, pues, apropiado para pensar seriamente en algunas curiosas regularidades de la química del ADN, observadas por vez primera en Columbia por el bioquímico de origen austríaco, Erwin Chargaff. Después de la guerra, Chargaff y sus discípulos habían estado analizando varias muestras de ADN en busca de las proporciones relativas de sus bases de purina y pirimidina. En todos sus preparados de ADN, el número de moléculas de adenina (A) era muy similar al número de moléculas de timina (T), mientras que el número de moléculas de guanina (G) era muy semejante al número de moléculas de citosina (C). Además, la proporción entre el conjunto de bases adenina-timina y el de guanina-citosina variaba según su origen biológico. En el ADN de algunos organismos predominaban A y T, mientras que en otras formas de vida prevalecían G y C. Chargaff no ofrecía ninguna explicación de sus sorprendentes

resultados, aunque, evidentemente, pensaba que eran significativos. Cuando comuniqué a Francis por primera vez dichos resultados, no le llamaron especialmente la atención, y siguió pensando en otros asuntos.

Sin embargo, poco después, la sospecha de que estas regularidades eran importantes brotó en su cabeza como resultado de varias conversaciones con el joven químico teórico John Griffith. Una de ellas tuvo lugar mientras estábamos tomando cerveza después de una charla dada por el astrónomo Tommy Gold sobre "el principio cosmológico perfecto". La facilidad de Tommy para hacer plausible una idea remota indujo a Francis a pensar si podría defenderse la existencia de un "principio biológico perfecto". Sabiendo que Griffith estaba interesado en los esquemas teóricos de repetición de los genes, apuntó la idea de que el principio biológico perfecto consistía en la autorrepetición del gen, esto es, la aptitud de un gen para dar copias de sí mismo cuando el número de cromosomas se duplica durante la división celular. Sin embargo, Griffith no estuvo de acuerdo con esta idea, ya que durante varios meses había preferido un esquema en el que la copia de genes se basaba en la formación alternativa de superficies complementarias.

La hipótesis no era original. Hacía casi treinta años que había estado flotando en el círculo de los genetistas de inclinaciones teorizadoras, intrigados por la duplicación del gen. Se sostenía que la duplicación del gen requería la formación de una imagen complementaria (un negativo), en la que la forma estaba relacionada con la superficie original (positivo) como una cerradura respecto a una llave. La imagen complementaria negativa funcionaría entonces como el molde para la síntesis de una nueva imagen positiva. Sin embargo, algunos genetistas se rebelaban contra la repetición complementaria. De entre ellos destacaba H. J. Muller, quien se sentía impresionado por el hecho de que varios famosos físicos teóricos, en especial Pascual Jordan, creían en la existencia de fuerzas por las que los iguales se atraían entre sí. Pero Pauling abominaba de este mecanismo directo, y en particular le irritaba la sugerencia de que estuviera apoyado por la mecánica cuántica. Poco antes de la guerra, pidió a Delbrück (quien había llamado su atención sobre los estudios de Jordan) que redactara con él una nota dirigida a *Science* declarando con firmeza que la mecánica cuántica favorecía un mecanismo de duplicación de genes que suponía la síntesis de copias complementarias.

Aquella noche, ni Francis ni Griffith quedaron satisfechos con el

nuevo enunciado de una vieja hipótesis. Ambos sabían que ahora lo importante era detectar las fuerzas de atracción. En este punto, Francis arguyó que los enlaces específicos de hidrógeno no constituían la solución. No podían suministrar la especificidad exacta necesaria, ya que nuestros amigos químicos nos decían repetidamente que los átomos de hidrógeno de las bases de purina y pirimidina no poseían emplazamientos fijos, sino que se movían irregularmente de un punto a otro. En lugar de ello, Francis tenía la impresión de que la repetición en el ADN implicaba la existencia de fuerzas específicas de atracción entre las superficies planas de las bases.

Por fortuna, ésta era la clase de fuerza que Griffith podría ser capaz de calcular. Si el esquema de complementariedad era acertado, podría encontrar fuerzas de atracción entre bases de estructuras diferentes. Por otra parte, si la copia directa existía, sus cálculos podrían revelar una atracción entre bases idénticas. Así, pues, a la hora de cerrar el pub se separaron con el acuerdo de que Griffith vería si los cálculos eran factibles. Varios días después, cuando se tropezaron uno con el otro en la cafetería del Cavendish, Francis supo que un semirriguroso argumento insinuaba que la adenina y la timina debían unirse entre sí por sus superficies planas, y que un argumento similar podía aducirse para las fuerzas de atracción entre la guanina y la citosina.

Francis se sobresaltó al oír las palabras de Griffith. Si su memoria no le engañaba, ésos eran los pares de bases que Chargaff había demostrado que se presentaban en cantidades iguales. Excitado, dijo a Griffith que, hacía poco, yo le había contado algo sobre unos extraños resultados de Chargaff, aunque no estaba seguro de que se hallaran implicados los mismos pares de bases. Pero tan pronto como los datos fueran verificados, se pasaría por el despacho de Griffith.

Durante el almuerzo, le confirmé a Francis que había recordado correctamente los resultados de Chargaff. Mas, para entonces, él se sentía poco entusiasmado. En primer lugar, Griffith no quería defender con demasiado ahínco su razonamiento, basado en la mecánica cuántica, cuando se le apremiaba a ello. Habían sido ignoradas demasiadas variables para hacer posibles los cálculos en un tiempo razonable. Además, aunque cada base tiene dos lados planos, no existía ningún motivo para elegir solamente un lado. Y no había razón para excluir la idea de que las regularidades de Chargaff tenían su origen en el código genético. De alguna manera, grupos específicos de nucleótidos debían codificar aminoácidos específicos, y posiblemente la adenina igualaba a la timina a causa de su papel, no descubierto aún, en el ordenamiento de las bases. Existía, además, la seguridad de Roy Markham de que, aunque Chargaff dijera que la guanina igualaba a la citosina, él estaba igualmente cierto de que no era así. A los ojos de Markham, los métodos experimentales de Chargaff subestimaban la verdadera cantidad de citosina.

Sin embargo, cuando a primeros de julio John Kendrew entró en nuestro nuevo despacho para decirnos que el propio Chargaff estaría pronto en Cambridge por una noche, Francis aún no se había decidido a desechar el esquema de Griffith. John había dispuesto lo necesario para cenar con él en Peterhouse. Se nos había invitado, a Francis y a mí, a reunirnos después con ellos para tomar unas copas en la habitación de John. Durante la cena, John mantuvo la conversación alejada de cuestiones serias, y sólo aludió a la posibilidad de que Francis y yo resolviéramos la estructura del ADN mediante la construcción de un modelo. A Chargaff, uno de los más destacados expertos del mundo en ADN, no le agradó al principio la idea de que unos caballos desconocidos intentaran ganar la carrera. Y cuando John le dijo que yo no era un americano típico, comprendió que iba a escuchar a un excéntrico. Cuando le fui presentado, su opinión de mí se vio reforzada. Al instante, empezó a burlarse de mi pelo y de mi acento, pues como yo era de Chicago, no tenía derecho a comportarme de otra forma. La explicación de que me dejaba el pelo largo para evitar que se me confundiera con el personal de la Fuerza Aérea Americana le pareció fruto de mi inestabilidad mental.

Y cuando Francis hubo de reconocer que no recordaba las diferencias químicas entre las cuatro bases, su desprecio llegó a un punto culminante. El *faux pas* se produjo al mencionar Francis los cálculos de Griffith. Como no recordaba cuál de las bases tenía grupos amino, no podía describir cualitativamente la argumentación cuántica sin pedir a Chargaff que escribiera las fórmulas de las bases. Y aunque Francis argumentó que siempre podía consultarlas, no se consiguió persuadir a Chargaff de que sabíamos adónde íbamos.

Pero, independientemente de lo que pasaba por la sarcástica mente de Chargaff, alguien tenía que explicar sus resultados. Así pues, a la tarde siguiente, Francis se dirigió a las habitaciones de Griffith en el Trinity para ordenar sus ideas respecto a los datos sobre los pares de bases. Al oír la voz "adelante", abrió la puerta y vio a Griffith en compañía de una muchacha. Comprendiendo que no era momento para tratar cuestiones científicas, pidió precipitada-

mente a Griffith que le dijera nuevamente los pares que se deducían de sus cálculos. Después de garrapatearlos en el reverso de un sobre, se marchó inmediatamente. Como yo había salido aquella mañana en dirección al Continente, se fue a la Biblioteca Filosófica, donde podía eliminar sus persistentes dudas acerca de los datos de Chargaff. Entonces, con ambos conjuntos de información en la mano, pensó en volver al día siguiente a la residencia de Griffith. Pero, reflexionando mejor, comprendió que Griffith tenía puesto su interés en otra parte. Estaba perfectamente claro que la presencia de chicas no conduce inevitablemente a un futuro científico.

CAPÍTULO XIX

Dos semanas después, Chargaff y yo nos vimos en París. Ambos habíamos ido allí para asistir al Congreso Bioquímico Internacional. Una leve sonrisa sardónica fue la única muestra de reconocimiento por su parte cuando salimos de la impresionante sala Richelieu de la Sorbona al patio. Aquel día, yo estaba buscando a Max Delbrück. Antes de salir de Copenhague con dirección a Cambridge, me había ofrecido un puesto de investigador en la sección de biología del Cal Tech, y había conseguido una beca de la Polio Foundation para comenzar en septiembre de 1952. No obstante, en el mes de marzo le había escrito a Delbrück diciéndole que deseaba permanecer otro año más en Cambridge. Sin vacilar, tomó las medidas necesarias para que mi próxima beca fuera trasladada al Cavendish. Me satisfizo que Delbrück aprobara mi decisión, en especial sabiendo yo que abrigaba sentimientos ambivalentes en torno al valor final para la biología de los estudios estructurales al estilo de Pauling.

Ahora, con la fotografía del VMT helicoidal en el bolsillo, me sentía más confiado en que Delbrück aprobaría, al fin, mi apego a Cambridge. Sin embargo, unos cuantos minutos de conversación no revelaron ningún cambio básico en su postura. Delbrück no hizo casi ningún comentario mientras yo explicaba la estructura del VMT. Con la misma indiferencia acogió el resumen que le hice de nuestros intentos para resolver el ADN mediante la construcción de un modelo. Delbrück se sintió interesado sólo por mi observación de que Francis era extraordinariamente brillante. Por desgracia, seguí hablando, con objeto de comparar la forma de pensar de Francis con la de Pauling. Pero, en el mundo de Delbrück, ninguna idea química rivalizaba con el poder del cruzamiento genético. Poco más tarde, esa misma noche, cuando el genetista Boris Ephrussi sacó a

colación mi apego a Cambridge, Delbrück levantó las manos con disgusto.

La sorpresa del congreso la constituyó la inesperada aparición de Linus. Posiblemente, dado que la prensa había comentado mucho la retirada de su pasaporte, el Departamento de Estado de los Estados Unidos se volvió atrás y permitió a Linus que mostrara la hélice α. Se preparó apresuradamente una conferencia para la sesión en la que Perutz debía hablar. Pese a que fue anunciada con muy poca antelación, había una verdadera multitud de asistentes que esperaban ser los primeros en conocer una nueva teoría. Sin embargo, la conferencia de Pauling fue sólo una caprichosa refundición de ideas ya publicadas. No obstante, satisfizo a todo el mundo, excepto a los pocos que conocíamos sus recientes trabajos. No brotaron nuevos fuegos artificiales, ni surgió ninguna indicación de lo que había en su mente. Tras su conferencia, Linus se vio rodeado por un enjambre de admiradores, y yo no tuve el valor de abordarlo antes de que él y su esposa, Ava Helen, regresaran al cercano Trianon Hotel.

Maurice se encontraba por allí, con un aire un tanto malhumorado. Había hecho una escala en su viaje a Brasil, donde había de dar un cursillo sobre bioquímica de un mes de duración. Su presencia me sorprendió, ya que era contrario a su carácter buscar el trauma de ver a dos mil bioquímicos amontonarse en las mal iluminadas salas de conferencias. Hablando en dirección a los adoquines, me preguntó si yo encontraba las conferencias tan tediosas como él. Unos cuantos académicos, como Jacques Monod y Sol Spiegelman, eran conferenciantes entusiastas, pero, por lo general, había tanta monotonía que le resultaba difícil mantenerse despierto para captar los nuevos datos que debía recoger.

Traté de elevar la moral de Maurice llevándole a la abadía de Royaumont para las reuniones sobre fagos, de una semana de duración, que seguían al congreso bioquímico. Aunque su marcha a Río limitaría su estancia a una sola noche, le agradó la idea de hablar con personas que realizaban experimentos inteligentes sobre el ADN. Sin embargo, en el tren a Royaumont me pareció que estaba indispuesto. No dio ninguna muestra de querer leer *The Times* ni de oír mis explicaciones sobre fagos. Después de que se nos acondicionaron sendas camas en las altas habitaciones del parcialmente restaurado monasterio cisterciense, empecé a hablar con algunos amigos a los que no había visto desde mi salida de los Estados Unidos. Luego estuve esperando a que pasara a recogerme Maurice, y

cuando vi que no bajaba a cenar, subí a su habitación. Le encontré tendido boca abajo, ocultando su rostro a la débil luz que yo había encendido. Algo que había comido en París no le había sentado bien, y me dijo que no se le molestase. A la mañana siguiente, me fue entregada una nota de Maurice en la que me comunicaba que se había recuperado, pero que debía coger el primer tren para París y, por lo tanto, le excusara por las molestias que me había ocasionado.

Esa misma mañana, Lwoff mencionó que Pauling estaría al día siguiente en la abadía por espacio de unas horas. Al instante, empecé a discurrir cómo podría sentarme a su lado durante la comida. Sin embargo, su visita no guardaba ninguna relación con la ciencia. Jeffries Wyman, nuestro agregado cultural en París y amigo de Pauling, pensaba que a Linus y Ava Helen les gustaría admirar el austero encanto de los edificios del siglo XIII. Durante una pausa en la sesión de la mañana, divisé el huesudo y aristocrático rostro de Wyman, quien iba buscando a André Lwoff. Los Pauling estaban allí y pronto empezaron a hablar con los Delbrück. Al poco rato, yo estaba con Linus. Delbrück mencionó que doce meses después yo iba a estar en el Cal Tech. Nuestra conversación se centró en la posibilidad de que, en Pasadena, pudiera continuar el trabajo de rayos X con virus. De hecho, no se dijo nada sobre el ADN. Cuando le enseñé las fotografías con rayos X tomadas en el King's, Linus manifestó la opinión de que un trabajo de gran precisión con rayos X, como el realizado por sus colaboradores sobre los aminoácidos, era vital para una comprensión total de los ácidos nucleicos.

Con Ava Helen llegué mucho más lejos. Al enterarse de que iba a estar en Cambridge durante el año siguiente, me habló de su hijo Peter. Yo sabía ya que Peter había sido aceptado por Bragg para trabajar con John Kendrew en la consecución de su doctorado. Y esto, a pesar de que sus calificaciones obtenidas en el Cal Tech dejaban mucho que desear, aun considerando su prolongado trabajo con la mononucleosis. John, sin embargo, no quería contrariar el deseo de Linus de colocar a Peter bajo su supervisión, sabiendo en especial que él y su hermana, una muchacha rubia de gran belleza, daban magníficas fiestas. Sin duda, Peter y Linda darían animación al ambiente de Cambridge (el sueño de casi todos los estudiantes de química del Cal Tech era llegar a casarse con Linda). Corría un rumor confuso sobre Peter centrado en las chicas. Pero Ava Helen me contaba que Peter era un muchacho excepcional, con el cual todo el mundo disfrutaría tanto como ella. De todas formas, perma-

necí callado, dudando de que Peter añadiera a nuestro laboratorio tanto como Linda. Cuando Linus indicó que tenían que irse, le dije a Ava Helen que ayudaría a su hijo a acomodarse a la austera vida del estudiante investigador de Cambridge.

Una fiesta campestre en "Sans Souci", la casa de campo de la baronesa Edmond de Rothschild, puso fin a la reunión. Vestirme de un modo presentable no era asunto fácil para mí. Poco antes del congreso bioquímico, mientras dormía en el departamento del tren, me fueron robados todos mis efectos personales. Excepto unas cuantas prendas tomadas de un almacén de Intendencias del Ejército, las ropas que poseía habían sido elegidas para unas posteriores vacaciones en los Alpes italianos. No me sentí a disgusto dando mi conferencia sobre el VMT en pantalón corto, pero el contingente francés temía que diera un paso más y me presentara en "Sans Souci" con el mismo atuendo. Sin embargo, pude solucionar el problema con una chaqueta y una corbata que me prestaron. Cuando el conductor del autocar me dejó delante de la gran casa de campo, me hallaba medianamente presentable.

Sol Spiegelman y yo nos fuimos derechos a un mayordomo que ofrecía salmón ahumado y champaña, y, a los pocos minutos, percibimos el valor de una cultivada aristocracia. Poco antes de subir de nuevo al autocar, paseé por el amplio salón dominado por un Hals y un Rubens. La baronesa les estaba diciendo a varios visitantes cuán complacida se sentía por haber recibido a tan distinguidos huéspedes. Lamentaba, sin embargo, que el loco inglés de Cambridge hubiera decidido no acudir y animar el ambiente. Por un instante quedé desconcertado, hasta que comprendí que Lwoff había considerado prudente prevenir a la baronesa acerca de la posible presencia de un invitado desprovisto de ropa adecuada, y que podría resultar excéntrico. La moraleja de mi primer encuentro con la aristocracia estaba clara: no volvería a ser invitado si me comportaba como todo el mundo.

CAPÍTULO XX

Para consternación de Francis, manifesté escasa tendencia a concentrarme en el ADN al término de mis vacaciones de verano. Estaba preocupado por el problema del sexo, pero no del que comporta regocijo. Los hábitos de apareamiento de las bacterias eran, un magnífico tema de conversación de todos conocido. Absolutamente nadie de los que pertenecían a su círculo social y al de Odile hubiera supuesto que en las bacterias se daba una vida sexual. Por otra parte, era mejor dejar la cuestión a mentes menos desarrolladas. En Royaumont corrían rumores acerca de la existencia de bacterias machos y bacterias hembras, pero no fue hasta primeros de septiembre, cuando asistí en Pallanza a una reunión sobre genética microbiana, que conocí los hechos de primera mano. Allí, Cavalli-Sforza y Bill Hayes hablaron de los experimentos mediante los cuales ellos y Joshua Lederberg acababan de establecer la existencia de dos sexos bacterianos distintos.

Hasta que no le llegó el turno para exponer sus investigaciones, nadie reparó siquiera en la presencia de Bill; todo el mundo, excepto Cavalli-Sforza, desconocía incluso su existencia. Sin embargo, tan pronto como hubo terminado su informe todos los presentes comprendieron que en el mundo de Joshua Lederberg había hecho explosión una bomba. En 1946, Joshua, quien a la sazón contaba veinte años, había hecho irrupción en el campo de la biología al anunciar que las bacterias se apareaban y experimentaban recombinaciones genéticas. Desde entonces, había efectuado tan prodigioso número de experimentos que virtualmente nadie, a excepción de Cavalli, se atrevía a trabajar en el mismo campo. Al oír a Joshua dar interminables charlas rabelesianas de tres o cinco horas, resultaba perfectamente claro que se trataba de un *enfant terrible*. Estaba,

además, su extraña cualidad de aumentar de tamaño cada año, quizás para acabar llenando el Universo entero.

Pese al fabuloso cráneo de Joshua, la genética de las bacterias se complicaba más cada año. Sólo Joshua disfrutaba con la complejidad rabínica que emanaba de sus recientes publicaciones. De vez en cuando, yo intentaba leer con atención alguna de ellas, pero siempre me atascaba y lo dejaba para otro día. Sin embargo, no hacía falta una gran inteligencia para comprender que el descubrimiento de los dos sexos pronto podría hacer avanzar el análisis genético de las bacterias. No obstante, las conversaciones sostenidas con Cavalli indicaban que Joshua aún no estaba preparado para pensar con sencillez. Acogía con agrado la hipótesis genética clásica de que las células masculinas y femeninas aportaban cantidades iguales de material genético, aun cuando los análisis resultantes de tal hipótesis fueran muy complejos. Por contraste, el razonamiento de Bill partía de la suposición, aparentemente arbitraria, de que sólo una fracción del material cromosómico masculino penetraba en la célula hembra. Dada esta suposición, el razonamiento ulterior resultaba muchísimo más sencillo.

Tan pronto como regresé a Cambridge, me dirigí a la biblioteca que contenía las publicaciones a las que Joshua había enviado sus recientes trabajos. Con gran complacencia por mi parte, entendí casi todos los anteriormente desconcertantes cruzamientos genéticos. Cierto número de formas de apareamiento seguían siendo inexplicables, pero, aun así, la gran mayoría de los datos encajaban en su debido lugar y me daban la certeza de que nos hallábamos en el camino adecuado. Particularmente agradable era la posibilidad de que Joshua se ciñera tanto a una forma clásica de pensar que yo pudiera realizar la increíble hazaña de vencerle en la interpretación correcta de sus propios experimentos.

Mi deseo de hacer limpieza en el armario de Joshua dejó a Francis indiferente. El descubrimiento de que las bacterias se dividían en sexos masculino y femenino le divertía, pero no le interesaba. Se había pasado casi todo el verano reuniendo pedantescos datos para su tesis, y ahora deseaba pensar en cosas importantes. Preocuparse de si las bacterias tenían uno, dos o tres cromosomas no nos ayudaría a descubrir la estructura del ADN. Mientras yo siguiera con atención las publicaciones acerca del ADN, quedaba la posibilidad de que surgiera algo en claro de nuestras conversaciones a la hora del té o del almuerzo. Pero si yo volvía a la biología especulativa, nuestra pequeña ventaja sobre Linus podría desvanecerse.

Por aquel tiempo, Francis tenía aún la sensación de que las reglas de Chargaff constituían una auténtica clave. De hecho, mientras yo estaba en los Alpes él había pasado una semana intentando demostrar experimentalmente que en las soluciones acuosas se daban fuerzas de atracción entre la adenina y la timina, y entre la guanina y la citosina. Pero sus esfuerzos no habían conducido a ninguna parte. Además, nunca se sentía completamente a gusto hablando con Griffith. Sus respectivos cerebros no armonizaban bien, y había largas y embarazosas pausas después que Francis echaba por tierra los méritos de una determinada hipótesis. Sin embargo, esto no era razón para no comentarle a Maurice que, a buen seguro, la adenina era atraída por la timina y la guanina por la citosina. Como tenía que estar en Londres a finales de octubre, le dejó unas líneas a Maurice diciéndole que podía pasar por el King's. La contestación, invitándole a comer, era inesperadamente amistosa, así que Francis se dispuso a mantener una discusión realista sobre el ADN.

No obstante, cometió el error de simular no mostrarse demasiado interesado en el ADN, y de hablar primero de proteínas. De este modo, dio pie a que Maurice volviera a lamentarse una y otra vez durante la comida de la falta de cooperación de Rosy. Francis discurría cómo pasar a tratar de un tema más divertido hasta que, terminada ya la comida, recordó que debía acudir a una cita señalada para las dos y media. Salió precipitadamente del edificio, y sólo entonces se dio cuenta de que no había suscitado la cuestión de la concordancia entre los cálculos de Griffith y los datos de Chargaff. Como parecía demasiado estúpido volver, prosiguió su camino. Aquella misma tarde regresó a Cambridge. A la mañana siguiente, después de comunicarme los nulos resultados de la entrevista, Francis trató de suscitar mi entusiasmo para que nos dedicáramos de nuevo a la estructura del ADN.

Pero no me seducía la idea de otra tentativa. No se habían producido nuevos hechos que eliminaran el mal sabor del fracaso del pasado invierno. El único nuevo resultado que era probable obtuviésemos antes de Navidad era el contenido en metal divalente del ADN del fago T4. De encontrarse un alto valor, constituiría una clara indicación de la unión del Mg^{++} con el ADN. Con esa evidencia podríamos forzar por fin a los grupos del King's a analizar sus muestras de ADN. Pero las perspectivas de hallar resultados concretos en un corto plazo no eran muchas. En primer lugar, el colega de Maaløe, Nils Jerne, debía enviar el fago desde Copenhague. Luego, yo tendría que preparar la medición exacta de ambos metales diva-

lentes y del contenido de ADN. Finalmente, Rosy tendría que moverse.

Por fortuna, Linus no esperaba una amenaza inmediata en el frente del ADN. Peter Pauling llegó con la noticia de que su padre estaba preocupado con los esquemas de superrizamiento de las hélices α en la proteína y queratina del cabello. Ésta no era una noticia especialmente buena para Francis. Durante casi un año había estado investigando, con altibajos de entusiasmo, sobre la forma en que las hélices α se unían en espirales rizadas. Lo malo era que sus cálculos matemáticos no ofrecían una corrección absoluta. Cuando se le insistía, admitía que en su argumentación había un componente confuso y poco sólido. Ahora se enfrentaba a la posibilidad de que la solución de Linus no fuera mejor y, sin embargo, obtuviera todo el crédito para las espirales rizadas.

Interrumpió el trabajo experimental de su tesis para abordar con redoblado esfuerzo las ecuaciones sobre espirales. Esta vez halló las ecuaciones correctas, en parte gracias a la ayuda de Kreisel, que había venido a Cambridge a pasar un fin de semana con Francis. Redactó una carta dirigida a *Nature* que entregó a Bragg para que la enviara a los directores, con una nota rogando la pronta publicación. Si se les decía a los directores que un artículo británico era de gran interés, procurarían publicar casi inmediatamente el manuscrito. Con un poco de suerte, las espirales de Francis entrarían en prensa tan pronto como las de Pauling, si no antes.

Tanto dentro como fuera de Cambridge se iba generalizando la idea de que la inteligencia de Francis era verdaderamente valiosa. Aunque unos cuantos le consideraban aún una máquina parlante, de hecho, Francis llegaba al fondo de los problemas. Reflejo de su creciente fama fue una oferta que recibió a comienzos del otoño para trabajar durante un año en Brooklyn con David Harker. Harker había reunido un millón de dólares destinados a resolver la estructura de la enzima ribonucleasa, y estaba buscando investigadores con talento. A Odile la oferta de seis mil dólares al año le pareció muy generosa. Como era de esperar, Francis abrigaba encontrados sentimientos. Debía de haber alguna razón por la que existían tantos chistes sobre Brooklyn. Por otra parte, nunca había vivido en los Estados Unidos, y Brooklyn constituiría una base desde la cual podría visitar regiones de mayor interés. Además, si Bragg sabía que Crick iba a marcharse al cabo de un año, quizá considerara más detenidamente la petición de Max y de John de que continuara en el Cavendish otros tres años, después de terminar su tesis. En principio, la mejor solución parecía aceptar la oferta, y a mediados de octubre, escribió a Harker que iría a Brooklyn en el otoño del año siguiente.

Mientras avanzaba el otoño, dediqué mi atención a los apareamientos bacterianos. Iba a menudo a Londres para hablar con Bill Hayes en su laboratorio del Hammersmith Hospital. Algunas noches conseguía coincidir con Maurice para cenar antes de volver a Cambridge, y entonces volvía a pensar en el ADN. Algunas tardes, Maurice se escabullía del laboratorio, hecho que sus colaboradores atribuían a la existencia de alguna amistad femenina. Finalmente, resultó que no había nada de lo que se imaginaban: pasaba las tardes en un gimnasio, aprendiendo esgrima.

La situación con Rosy continuaba tan tirante como siempre. A su regreso del Brasil, recibió la inequívoca impresión de que ella consideraba la colaboración más imposible aún que antes. Así pues, para aliviar la tensión, Maurice se dedicó al microscopio de interferencia para hallar un método que le sirviera para pesar cromosomas. Había planteado a Randall, su director, la cuestión de encontrar un puesto para Rosy en alguna otra parte; pero, por el momento, tal posibilidad no era factible antes de que transcurriera un año. No se podía despedirla sobre la única base de su despectiva sonrisa. Además, sus fotografías con rayos X iban mejorando cada vez más. Sin embargo, Rosy no daba la menor muestra de que le agradaran las hélices. Por otra parte, pensaba que existían pruebas de que la cadena azúcar-fosfato se encontraba en el exterior de la molécula. No resultaba fácil juzgar si este aserto poseía alguna base científica. Mientras Francis y yo continuáramos excluidos de los datos experimentales, lo mejor era mantener una mente abierta. Así que volví a dedicarme a los caracteres sexuales de las bacterias.

CAPÍTULO XXI

Para entonces, vivía en el Clare College. Poco después de mi llegada al Cavendish, Max me había introducido en el Clare como estudiante investigador. Trabajar para otro doctorado era absurdo, pero sólo utilizando esta argucia podía alojarme en un colegio. Clare era una elección inesperadamente feliz. No sólo poseía un perfecto jardín, sino que también, como supe más tarde, tenía una consideración especial hacia los americanos.

Antes de que esto sucediera, estuve a punto de quedarme en el Jesus College. Dado el poco tiempo de que se disponía, Max y John pensaron que tendría más probabilidades de ser aceptado en uno de los colegios pequeños, ya que en ellos había relativamente menos estudiantes investigadores que en los colegios más grandes, ricos y prestigiosos, como el Trinity o el King's. Así pues, Max preguntó al físico Denis Wilkinson, a la sazón profesor del Jesus, si habría una vacante en su colegio. Al día siguiente, Denis vino a decirme que el Jesus me admitiría y que yo debía concertar una cita para conocer las formalidades de la matriculación.

Sin embargo, después de hablar con su director, decidí probar suerte en otra parte. La restringida admisión en el Jesus de estudiantes investigadores parecía estar relacionada con su gran reputación en el deporte del remo. Ningún estudiante investigador podía vivir en él. Por lo tanto, la única solución para alojarme en el Jesus consistía en matricularme para un doctorado que nunca adquiriría. Nick Hammond, director del Clare, pintó un panorama mucho más halagüeño para sus estudiantes investigadores extranjeros. En mi segundo año podría trasladarme al colegio. Además, en el Clare había varios investigadores americanos con quienes podría reunirme.

Durante mi primer año en Cambridge, cuando viví en la Tennis Court Road con los Kendrew, no participé en nada de la vida en un colegio. Después de matricularme, fui varias veces al comedor, hasta que descubrí que era improbable que pudiera relacionarme con nadie en el intervalo de diez o doce minutos necesario para ingerir la oscura sopa, la fibrosa carne y el pesado *pudding* que se servían la mayoría de las noches. Aun durante mi segundo año de estancia en Cambridge, cuando me trasladé a las habitaciones de la escalera R del Clare's Memorial Court, desistí de ir a comer al colegio. En el "Whim" podía desayunar mucho más tarde que si iba al comedor. Por tres chelines y seis peniques, el "Whim" ofrecía un lugar caliente para leer *The Times*, mientras unos tipos de aplastadas gorras del Trinity pasaban las páginas del *Telegraph* o del *News Chronicle*. Por la noche resultaba más difícil encontrar en la ciudad un lugar apropiado para cenar. Comer en el "Arts" o en el "Bath Hotel" era cosa reservada para ocasiones especiales, así que cuando Odile o Elizabeth Kendrew no me invitaban a cenar me tragaba el veneno que servían los establecimientos indios o chipriotas.

Mi estómago aguantó sólo hasta primeros de noviembre, fecha en que empezaron a sobrevenirme con regularidad violentos dolores de estómago. Tratamientos alternativos con bicarbonato y leche no dieron resultado, así que, pese a que Elizabeth aseguraba que no era nada grave, me presenté en la consulta de un médico local en la Trinity Street. Tras permitírseme contemplar los remos que adornaban las paredes, fui despedido con una receta de un gran frasco de líquido blanco que debía tomar después de las comidas. Esto me sostuvo durante casi dos semanas, al cabo de las cuales, con el frasco vacío, volví a la consulta con el temor de que tuviese una úlcera. Sin embargo, la noticia de que los dolores dispépticos de un forastero persistían no suscitó ningún asomo de compasión por parte del galeno, y de nuevo salí a la calle con una receta de más pócima blanca.

Aquella noche pasé por la casa, recién adquirida, de los Crick, con la esperanza de que la charla con Odile me hiciera olvidar mi estómago. La "Green Door" había sido abandonada por una vivienda más amplia en el cercano Portugal Place. El horroroso papel de las paredes ya había desaparecido, y Odile estaba muy atareada confeccionando cortinas para una casa lo bastante grande como para tener un cuarto de baño. Después de darme un vaso de leche caliente, empezamos a hablar del descubrimiento que había hecho Peter Pauling de Nina, la joven danesa *au pair* de la casa de Max. La siguiente cuestión de la que hablamos fue la de cómo podría yo establecer contacto con la pensión para la alta clase social que regentaba Camille "Pop" Prior en el número 8 de Scroope Terrace. La comida en "Pop's" no ofrecería mejora sobre la del comedor del colegio, pero las chicas francesas que iban a Cambridge para mejorar su inglés eran otra cuestión. Sin embargo, no se podía pedir directamente un asiento en la mesa de Pop. Odile y Francis pensaban que la mejor táctica para introducirme era tomar lecciones de francés con Pop, cuyo fallecido marido había sido profesor de esta lengua antes de la guerra. Si yo agradaba a Pop, podría ser invitado a alguna de sus pequeñas fiestas y trabar conocimiento con su colección de chicas extranjeras. Odile prometió llamar por teléfono a Pop para ver si podía arreglarse lo de las lecciones, y yo regresé en bicicleta al colegio con la esperanza de que mis dolores de estómago no tardaran en tener motivos para desvanecerse.

Ya en mi habitación, encendí el hogar, aun cuando sabía que no era probable que el vaho de mi aliento desapareciera antes de acostarme. Con los dedos demasiado fríos para escribir de una forma legible, me acurruqué junto a la chimenea, soñando despierto cómo podrían combinarse varias cadenas de ADN en una forma bella y científica. Sin embargo, no tardé en abandonar la meditación a nivel molecular y me dediqué a la tarea, mucho más fácil, de leer estudios bioquímicos sobre las interrelaciones del ADN, el ARN y la síntesis de proteínas.

De hecho, todas las evidencias me llevaban a considerar que el ADN era el soporte sobre el que se construían las cadenas de ARN. A su vez, las cadenas de ARN eran los candidatos más aptos como generadores de las síntesis de proteínas. Había algunos datos, extraídos de experimentos realizados con erizos de mar, que hacían creer en una transformación del ADN en ARN, pero yo prefería atenerme a otros experimentos que demostraban que las moléculas de ADN, una vez sintetizadas, poseen un grado muy elevado de estabilidad. La idea de la inmortalidad de los genes tenía buen cariz, así que sobre la pared que había frente a mi mesa sujeté una hoja de papel en la que dibujé el diagrama: ADN $\rightarrow$ ARN $\rightarrow$ proteína. Las flechas no significaban transformaciones químicas, sino que expresaban la transferencia de información genética desde las secuencias de nucleótidos en las moléculas de ADN a las secuencias de aminoácidos de las proteínas.

Me dormí con la idea de que había comprendido la relación entre los ácidos nucleicos y la síntesis de proteínas. Sin embargo,

por la mañana, mientras me vestía en aquel dormitorio helado, me di cuenta de que un lema bonito no servía para dilucidar la estructura del ADN. Sin dicha estructura, Francis y yo no podríamos convencer a los bioquímicos con quienes charlábamos en una cervecería próxima de que llegábamos a apreciar el significado fundamental de los complejos problemas biológicos. Y, lo que era peor, aunque Francis dejara de hablar de espirales rizadas o yo de genética bacteriana, todavía nos encontrábamos en el mismo punto de partida que doce meses antes. Durante los almuerzos en el Eagle, apenas hacíamos mención del ADN, aunque, de ordinario, los genes hacían acto de presencia durante nuestro paseo de sobremesa por los jardines.

En algunos de estos paseos, nuestro entusiasmo llegaba hasta el punto de que, de vuelta a nuestro despacho, volvíamos a manipular con los modelos atómicos. Pero, casi en seguida, Francis se daba cuenta de que el razonamiento que por unos momentos nos había hecho concebir esperanzas no conducía a ninguna parte. Volvía entonces al examen de las fotografías con rayos X de la hemoglobina, base de su tesis. Varias veces continué solo con los modelos durante unos cuantos minutos, pero sin los consejos de Francis mi incapacidad para pensar en tres dimensiones resultaba evidente.

La idea de compartir nuestro despacho con Peter Pauling no me desagradaba. Pauling se hospedaba en Peterhouse como estudiante investigador, bajo la dirección de John Kendrew. A veces, cuando la conversación sobre temas científicos perdía interés, siempre cabía la posibilidad de comparar las virtudes de las chicas de Inglaterra con las del continente o California.

Cierta tarde de mediados de diciembre, Peter entró en el despacho sonriente, se sentó y puso sus pies sobre la mesa. En su mano llevaba una carta de Estados Unidos que había recogido en Peterhouse, después del almuerzo. Era de su padre. Además de los habituales asuntos familiares, le comunicaba la temida noticia de que había encontrado ya una estructura para el ADN. Linus no facilitaba ningún detalle de lo que se proponía hacer, de modo que Francis y yo sentimos aumentar nuestra frustración. Cuando le conté la noticia, Francis empezó a pasear de un lado a otro de la habitación, pensando en voz alta. Confiaba aún en realizar un gran esfuerzo intelectual y obtener los mismos resultados que Linus había obtenido. Teniendo en cuenta que Linus no nos había dado la solución, de anunciarla nosotros al mismo tiempo deberíamos obtener igual reconocimiento por ello.

Pero cuando subimos a tomar el té y hablamos a Max y John de

la carta aún no habíamos logrado ningún resultado. Bragg entró un momento, pero ninguno de nosotros deseaba informarle de que los laboratorios ingleses estaban a punto de ser humillados de nuevo por los americanos. Mientras mordisqueábamos galletas de chocolate, John intentó animarnos con la posibilidad de que Linus estuviera equivocado, pues después de todo nunca había visto las fotografías de Maurice y Rosy. Sin embargo, nuestro corazón nos decía otra cosa.

CAPÍTULO XXII

Hasta Navidad no llegó ninguna otra noticia de Pasadena. Poco a poco, nos fuimos sintiendo más animados, pues si Pauling hubiera encontrado una solución definitiva el secreto no se habría podido mantener por tanto tiempo. Con toda seguridad, alguno de sus colaboradores habría sabido qué aspecto tenía el modelo, y, de existir implicaciones biológicas evidentes, el rumor habría llegado hasta nosotros. Aun cuando Linus se hubiera aproximado a la estructura correcta, todas las probabilidades parecían estar en contra de que se hubiera acercado al secreto de la replicación de los genes. Así pues, cuanto más pensábamos en la química del ADN, más improbable parecía la posibilidad de que ni siquiera Linus pudiera descubrir la estructura, toda vez que ignoraba por completo el trabajo desarrollado en el King's.

Cuando pasé por Londres de camino a Suiza para unas vacaciones de Navidad, informé a Maurice de la situación. Confiaba en que la urgencia creada por el asalto de Linus sobre el ADN le hiciera pedirnos ayuda a Francis y a mí. Sin embargo, si Maurice pensó que Linus tenía una posibilidad de llevarse el premio, no lo manifestó. Mucho más importante era la noticia de que los días de Rosy en el King's estaban contados. Ella le había dicho a Maurice que quería trasladarse pronto al laboratorio de Bernal, en el Birkbeck College. Además, para sorpresa y alivio de Maurice, no se dedicaría ya al problema del ADN. Durante los próximos meses, iba a concluir su estancia preparando la publicación de sus trabajos. Entonces, con Rosy lejos de su vida, él comenzaría una búsqueda intensiva de la estructura del ADN.

A mi regreso a Cambridge, a mediados de enero, busqué a Peter para saber qué decían las últimas cartas de su padre. Salvo una breve referencia al ADN, todo se reducía a cuestiones familiares. Sin embargo, la única alusión importante no resultaba nada tranquilizadora. Había redactado un manuscrito sobre el ADN, una copia del cual le sería enviada en breve. Tampoco había el menor indicio del aspecto que pudiera tener el modelo. Mientras esperaba la llegada del manuscrito, dominaba mis nervios escribiendo mis ideas sobre los caracteres sexuales en las bacterias. Una rápida visita a Cavalli, en Milán, que tuvo lugar poco después de mis vacaciones en Zermatt, me había convencido de que mis especulaciones acerca de la forma en que se apareaban las bacterias eran probablemente correctas. Como temía que Lederberg no tardara en llegar a las mismas conclusiones, estaba ansioso por publicar un artículo en colaboración con Bill Hayes. Pero este manuscrito aún no había llegado a su forma final cuando, en la primera semana de febrero, el manuscrito de Pauling cruzó el Atlántico.

Llegaron dos copias a Cambridge, una para sir Lawrence y la otra para Peter. La primera reacción de Bragg al recibir el manuscrito fue dejarlo de lado. Ignorando que Peter había recibido también una copia, vacilaba en llevar el manuscrito al despacho de Max. Allí lo vería Francis, que dejaría entonces el ADN y pasaría a emprender otro desatinado proyecto. Sólo quedaban ocho meses de soportar a Francis, si éste terminaba su tesis de acuerdo con lo previsto. Entonces, durante un año o más, Crick marcharía al exilio de Brooklyn, y en el Cavendish prevalecerían la paz y la serenidad.

Mientras sir Lawrence deliberaba sobre si era prudente apartar la mente de Crick de su tesis, Francis y yo escudriñábamos la copia que Peter nos llevó después de comer. Al cruzar la puerta, el rostro de Peter daba a entender que había novedades importantes. Sentí un vacío en el estómago. Sabía que todo estaba perdido. Viendo que ni Francis ni yo podíamos soportar por más tiempo la tensión, nos dijo en seguida que el modelo era una hélice de tres cadenas, con los enlaces azúcar-fosfato en el centro. Esto se parecía tanto a nuestros resultados del año pasado que al punto me pregunté si, de no habernos contenido Bragg, gozaríamos de la reputación y la gloria de un gran descubrimiento. Sin dar tiempo a que Francis pidiera el manuscrito, saqué éste del bolsillo exterior de la chaqueta de Peter y empecé a leerlo. Pasando por encima el resumen y la introducción, me dediqué a estudiar las figuras que mostraban los emplazamientos de los átomos esenciales.

Noté en seguida que algo estaba mal. Sin embargo, no pude señalar el error hasta haber examinado las ilustraciones durante varios minutos. Entonces me di cuenta de que los grupos fosfato del modelo de Linus no estaban ionizados, sino que cada grupo contenía un átomo de hidrógeno enlazado, y, por ello, no tenían carga eléctrica. En cierto sentido, el ácido nucleico de Pauling no era ningún ácido. Además, los grupos fosfato sin carga no eran características incidentales. Los hidrógenos formaban parte de los enlaces que unían a las tres cadenas. Sin los átomos de hidrógeno, las cadenas se desprenderían unas de otras, y la estructura se desmoronaría.

Todo cuanto sabía sobre la química del ácido nucleico indicaba que los grupos fosfato nunca contenían átomos de hidrógeno enlazados. Todo el mundo coincidía en que el ADN era un ácido medianamente fuerte. Así pues, en ciertas condiciones fisiológicas siempre habría cerca iones de carga positiva, como el sodio o el magnesio, para neutralizar los grupos fosfato con carga negativa. De haber átomos de hidrógeno firmemente enlazados a los grupos fosfato, todas nuestras especulaciones sobre si los iones divalentes mantenían unidas las cadenas carecerían de sentido. Sin embargo, Linus, indiscutiblemente el mejor químico del mundo, había llegado a la conclusión contraria.

Francis quedó sorprendido también ante la poco ortodoxa química de Pauling. Entonces empecé a sentirme más tranquilo, pues sabía que aún continuábamos en el juego. Sin embargo, ninguno de nosotros tenía el más mínimo indicio de los pasos que habían conducido a Linus a su error. Si un estudiante hubiera cometido una equivocación similar, habría sido considerado no apto para entrar en la Facultad de Química del Cal Tech. Así pues, de momento sólo podíamos preocuparnos de la posibilidad de que el modelo de Linus fuera resultado de una revolucionaria reevaluación de las propiedades ácido-base de las grandes moléculas. No obstante, la forma en que estaba redactado el manuscrito no indicaba un semejante avance en la teoría química. No había razón para mantener en secreto un descubrimiento teórico de tal importancia. Antes bien, de haberse dado el caso, Linus habría presentado dos estudios, el primero describiendo su nueva teoría y el segundo mostrando cómo se utilizaba para resolver la estructura del ADN.

Aquello era demasiado increíble para mantenerlo en secreto por más tiempo. Me dirigí apresuradamente al laboratorio de Roy Markham para comunicar la noticia y tener la seguridad de que el planteo químico de Linus era defectuoso. Como cabía esperar, Markham se

sintió satisfecho ante el hecho de que un gigante en la materia hubiera olvidado la química elemental. Y no se abstuvo de comentar cómo, en cierta ocasión, también uno de los más grandes hombres de Cambridge había olvidado las bases de la química. Me dirigí después a los químicos orgánicos, quienes me confirmaron que el ADN sólo podía ser un ácido.

Para la hora del té, había regresado de nuevo al Cavendish. Francis se hallaba explicando a John y a Max que no debía perderse más tiempo a este lado del Atlántico. Cuando su error fuera conocido, Linus no cejaría hasta encontrar la estructura correcta. Ahora nuestra esperanza estribaba en que sus colegas químicos se sintieran más impresionados que nunca por su inteligencia y no analizasen en detalle su modelo. Pero, como el manuscrito había sido enviado ya al *Proceedings of the National Academy*, el trabajo de Linus sería conocido en todo el mundo para mediados de marzo. Entonces, sería cuestión de días el que se descubriera su error. Disponíamos, pues, de seis semanas, antes de que Linus se dedicara de nuevo al ADN.

Aunque debíamos poner a Maurice al corriente, no le llamamos en seguida. La celeridad de las palabras de Francis podría hacer que Maurice diera por terminada la conversación antes de que fueran examinadas todas las implicaciones del disparate cometido por Pauling. Como a los pocos días yo debía ir a Londres para ver a Bill Hayes, lo más sensato era llevar conmigo el manuscrito para que Maurice y Rosy lo examinaran.

Luego, como la excitación de las últimas horas había hecho imposible continuar trabajando, Francis y yo nos fuimos al "Eagle". En el mismo momento en que sus puertas se abrían, llegábamos nosotros para brindar por el fracaso de Pauling. En vez de jerez, dejé que Francis me invitara a un whisky. Aunque las probabilidades todavía parecían estar en contra nuestra, Linus no obtendría aún su premio Nobel.

CAPÍTULO XXIII

Cuando, poco antes de las cuatro, llegué con la noticia de que el modelo de Pauling era incorrecto, Maurice estaba ocupado. Así pues, recorrí el pasillo hasta el laboratorio de Rosy, esperando que ella estuviera accesible. Encontré la puerta entreabierta y, al entrar, la vi inclinada sobre una pantalla en la que había una radiografía que estaba midiendo. Por un momento, mi presencia la sobresaltó. Pero en seguida recobró su compostura y, mirándome con fijeza, dejó que sus ojos dieran a entender que los visitantes no invitados debían tener la cortesía de llamar.

Me excusé diciendo que Maurice estaba ocupado; y antes de ser reprendido le pregunté si le gustaría echar un vistazo a la copia del manuscrito que Linus había enviado a Peter. Sentía curiosidad por ver cuánto tiempo tardaría en descubrir el error, pero Rosy no estaba para acertijos. Le expliqué en seguida dónde se había equivocado Linus. Al hacerlo, no pude abstenerme de señalar la semejanza superficial entre la hélice de tres cadenas de Pauling y el modelo que Francis y yo le habíamos mostrado quince meses antes. Pensaba que le divertiría el hecho de que las deducciones de Pauling sobre simetría no fueran más inspiradas que nuestros toscos esfuerzos del año anterior. El resultado fue todo lo contrario. Fue irritándose más y más con mis repetidas referencias a las estructuras helicoidales. Fríamente, señaló que no existía la menor evidencia que permitiera a Linus, ni a ningún otro, postular una estructura helicoidal para el ADN. La mayoría de mis palabras eran superfluas, pues comprendió que Pauling estaba equivocado desde el mismo momento en que le mencioné que la estructura que proponía era helicoidal.

Interrumpiendo su arenga, afirmé que la forma más simple para cualquier molécula polímera regular era una hélice. Sabiendo que ella podía responder con el hecho de que era improbable que la secuencia de bases fuese regular, proseguí con el argumento de que, puesto que las moléculas de ADN forman cristales, el orden nucleótido no debe afectar a la estructura general. Para entonces, Rosy apenas si podía contenerse, y su voz se elevó para decirme que la estupidez de mis palabras sería evidente si dejara de parlotear y mirara sus pruebas de rayos X.

Pero conocía sus datos más de lo que ella se figuraba. Varios meses antes, Maurice me había explicado la naturaleza de sus pretendidos resultados antihelicoidales. Como Francis me había asegurado que poseían un carácter ambiguo, decidí correr el riesgo de una explosión. Sin más vacilaciones, di a entender que ella era incompetente para interpretar sus fotografías con rayos X. Si estuviera dispuesta a aprender aunque fuera sólo un poco de teoría, comprendería cómo sus supuestas características antihelicoidales provenían de las pequeñas distorsiones necesarias para "empaquetar" hélices regulares en una red cristalina.

Al oír esto, Rosy salió súbitamente de detrás del banco del laboratorio y empezó a avanzar hacia mí. Temiendo que en su violenta cólera pudiera llegar a golpearme, cogí el manuscrito de Pauling y retrocedí precipitadamente hacia la puerta abierta. Mi huida quedó obstaculizada por Maurice, quien, buscándome, acababa de asomar la cabeza. Mientras Maurice y Rosy se miraban uno al otro por encima de mi encorvada figura, le dije a Maurice que la conversación entre Rosy y yo había terminado y que me disponía a ir a buscarle al salón de té. Al mismo tiempo, me fui apartando, hasta dejar a Maurice cara a cara con Rosy. Entonces, al ver que Maurice no se retiraba, temí que, por cortesía, invitara a Rosy a tomar el té con nosotros. Pero Rosy salvó la incertidumbre de Maurice dando media vuelta y cerrando la puerta con fuerza.

Mientras caminábamos por el pasillo, le conté a Maurice cómo su inesperada aparición había impedido tal vez que Rosy me atacara. Me aseguró que muy bien podía haber sucedido tal cosa. Unos meses antes, él mismo había sido objeto de una embestida similar. Habían llegado casi a las manos, a causa de una discusión que habían tenido en la habitación de él. Cuando quiso escapar, Rosy había bloqueado la puerta y sólo en el último momento se apartó.

Mi encuentro con Rosy abrió el corazón de Maurice hasta un grado que yo no había previsto. Ahora que ya no necesitaba imaginar el infierno por el que él había pasado durante los dos últimos años, podía tratarme casi como un colaborador más, en vez de como un desconocido con quien las confidencias íntimas conducían inevitablemente a penosos malentendidos. Para mi sorpresa, me reveló que, en colaboración con su ayudante Wilson, había estado repitiendo parte del trabajo de Rosy y Gosling con rayos X. No habría, pues, que esperar mucho tiempo para que los esfuerzos investigadores de Maurice alcanzaran plena efectividad. Luego, me comunicó la noticia más importante: desde mediados del verano, Rosy había descubierto una nueva forma tridimensional de ADN. Obtuvo imágenes con rayos X de esta nueva forma cuando las moléculas de ADN estaban rodeadas de una gran cantidad de agua. Al preguntar yo cómo eran tales imágenes, Maurice entró en la estancia contigua para coger una copia de la nueva forma, que ellos llamaban "estructura B".

En cuanto vi la fotografía, quedé boquiabierto y se me aceleró el pulso. La figura resultaba increíblemente más sencilla que las obtenidas con anterioridad, es decir, las de la forma A. Además, los reflejos negros en forma de cruz que dominaban la fotografía sólo podían provenir de una estructura helicoidal. Con la forma A, el argumento en favor de una hélice nunca había sido concluyente, y existía cierta ambigüedad en cuanto a qué tipo de simetría helicoidal estaba presente; en cambio, la simple inspección de la fotografía con rayos X de la forma B permitía descubrir en ella varios de los parámetros helicoidales vitales. Concebiblemente, tras unos cálculos de sólo unos minutos, podría determinarse el número de cadenas de la molécula. Sonsacando a Maurice sobre a qué conclusiones teóricas habían llegado basándose en aquellas radiografías, supe que su colega R. D. B. Fraser había estado realizando combinaciones con modelos de tres cadenas, pero que hasta el momento no había obtenido nada que tuviera algún valor. Aunque Maurice admitía que la evidencia en favor de una hélice era ahora abrumadora (la teoría Stokes-Cochran-Crick indicaba con claridad que debía existir una hélice), esto no poseía para él un significado importante, pues, después de todo, ya había pensado en la posibilidad de una hélice. El verdadero problema radicaba en la ausencia de cualquier hipótesis estructural que les permitiese agrupar regularmente las bases en el interior de la hélice. Aunque Maurice me dijo que ahora estaba completamente convencido de que Rosy tenía razón al disponer las bases en el centro y la cadena fundamental en el exterior, yo me mostré escéptico al respecto.

Mientras nos dirigíamos al Soho para cenar, volví al problema de Linus, y puse de relieve que reírse de su error durante demasiado tiempo podría resultar fatal. La posición sería más segura si Pauling se hubiera equivocado, simplemente, en vez de parecer un necio. Pronto, si no había comenzado ya, se dedicaría al tema día y noche. Existía, además, el peligro de que, si encargaba a uno de sus ayudantes tomar radiografías del ADN, la estructura B fuera descubierta también en Pasadena. Entonces, en el plazo de una semana como máximo, Linus obtendría la estructura.

Maurice parecía no interesarse en el tema. Mi insistencia en que el ADN podía resolverse en cualquier momento recordaba demasiado el comportamiento de Francis en uno de sus períodos de excitación. Durante años, Francis había estado tratando de decirle qué era importante. Y cuanto más consideraba su vida, más comprendía lo juiciosamente que había obrado al seguir sólo sus propias intuiciones. Mientras el camarero miraba por encima de su hombro esperando que encargáramos de una vez el menú, Maurice procuró hacerme comprender que si todos nos poníamos de acuerdo sobre hacia dónde iba la ciencia, todo quedaría resuelto y no cabría sino dedicarse a ser ingenieros o médicos.

Con la cena sobre la mesa, traté de fijar nuestros pensamientos en el número exacto de cadenas. Argüí que midiendo el emplazamiento de la difracción interior en la primera y segunda capas podríamos situarnos de inmediato en el buen camino. Pero como Maurice no respondía, no podía decidir si daba a entender que nadie en el King's había medido las difracciones pertinentes o, simplemente, deseaba comer antes de que la cena se enfriara. Comí de mala gana, esperando que después del café podría obtener más detalles si le acompañaba hasta su piso. Pero, tras terminar nuestra botella de Chablis, disminuyó mi deseo de datos concretos. Mientras salíamos del Soho y atravesábamos Oxford Street, Maurice habló sólo de sus planes para hacerse con un apartamento menos triste en una zona más tranquila.

Más tarde, en el frío departamento del tren, casi desprovisto de calefacción, esbocé en uno de los márgenes de mi periódico lo que recordaba de la forma B. Luego, mientras el tren traqueteaba en dirección a Cambridge, traté de decidir entre un modelo de dos y uno de tres cadenas. Al parecer, la razón de que al grupo del King's no le sedujeran las dos cadenas no era del todo justificada. Dependía del contenido de agua de las muestras de ADN, un valor que, según admitían, podía ser equivocado. De esta manera, para

cuando hube regresado en bicicleta al colegio y escalado la verja por la parte posterior, había decidido construir modelos de dos cadenas. Francis tendría que convenir en ello. Aunque era físico, sabía que las estructuras biológicas importantes se presentan por parejas.

CAPÍTULO XXIV

Al día siguiente, cuando entré en el despacho de Max para comunicarle lo que sabía, Bragg estaba allí. Francis aún no había llegado; era sábado, y, a buen seguro, estaría aún en la cama echando un vistazo al *Nature,* que había llegado en el correo de la mañana. Empecé a exponer los detalles de la forma B. Mediante un boceto, traté de poner de manifiesto la evidencia de que el ADN era una hélice que se repetía cada 34 Å a lo largo del eje helicoidal. Bragg me interrumpió para hacerme algunas preguntas, y comprendí que mi argumentación había calado hondo. Así pues, suscité inmediatamente el problema de Linus, manifestando la opinión de que era demasiado expuesto cruzarse de brazos mientras él, a estas horas, estaría abordando de nuevo el problema. Les dije que iba a pedir a un mecánico del Cavendish que hiciera modelos de las purinas y las pirimidinas. Luego, permancí en silencio, esperando la opinión de Bragg al respecto.

Con gran alivio por mi parte, sir Lawrence no formuló ninguna objeción, sino que me animó a seguir con la tarea de construir nuevos modelos. Evidentemente, no le agradaban las disensiones internas del King's, en particular cuando podrían permitir a Linus, precisamente a él, descubrir la estructura de otra molécula importante. Además, en ayuda de nuestra causa estaba mi trabajo sobre los virus del mosaico del tabaco, que había dado a Bragg la impresión de que yo actuaba por cuenta propia. Así pues, aquella noche podía dormir tranquilo, sin que le asaltara la pesadilla de haber dado pie para que Crick hiciera gala de su falta de consideración. Acto seguido, me precipité escaleras abajo para avisar a los mecánicos que me disponía a trazar planos de modelos que deberían estar listos en una semana.

Poco después de volver a mi despacho, entró Francis para comunicar que su cena de la noche anterior había constituido un éxito completo. Odile estaba encantada con el muchacho francés que mi hermana había llevado. Un mes antes, Elizabeth había llegado para una estancia de duración indefinida, en su camino de regreso a los Estados Unidos. Por suerte, me fue posible instalarla en la pensión de Camille Prior y llegar además a un acuerdo para cenar yo allí con Pop y sus chicas extranjeras. Así, Elizabeth estaría a salvo de los típicos moscones ingleses, mientras que yo esperaba aliviar mis dolores de estómago.

En casa de Pop vivía también Bertrand Fourcade, el muchacho más atractivo de Cambridge. Bertrand, que había venido a Cambridge por unos meses con el fin de perfeccionar su inglés, no ignoraba su insólita belleza y acogió con agrado la compañía de una muchacha cuyo vestido no contrastaba con sus bien cortados trajes. Tan pronto como mencioné que conocíamos al atractivo extranjero, Odile se sintió encantada. Lo mismo que muchas mujeres de Cambridge, no podía quitar sus ojos de Bertrand cuando le veía pasear por King's Parade o durante los entreactos de las obras teatrales representadas en el club dramático de aficionados. Así pues, se confió a Elizabeth la tarea de ver si Bertrand estaría disponible para comer con nosotros en casa de los Crick, en Portugal Place. Cuando finalmente se concertó la fecha, se había interpuesto ya mi visita a Londres. Mientras yo contemplaba cómo Maurice daba fin a toda la comida que tenía en su plato, Odile admiraba el bien proporcionado rostro de Bertrand, quien hablaba de sus problemas para elegir entre los potenciales compromisos sociales durante su próximo veraneo en la Riviera.

Esa mañana, Francis vio que yo no mostraba mi habitual interés por la burguesía adinerada francesa. Cuando le dije que incluso un ex ornitólogo podía ya resolver el problema de la estructura del ADN, pensó que ésa no era la forma de saludar a un amigo afectado de una ligera resaca. Sin embargo, tan pronto como le revelé los detalles de la forma B, comprendió que no le estaba tomando el pelo. Insistí en que lo más importante era la difracción meridional a 3,4 Å, mucho más intensa que cualquier otra. Esto sólo podía significar que las bases de purina y pirimidina, de un espesor de 3,4 Å, estaban situadas una encima de otra en una dirección perpendicular al eje helicoidal. Además, por los datos suministrados por el microscopio electrónico y por las radiografías podíamos estar seguros de que el diámetro de la hélice era de unos 20 Å.

No obstante, Francis se negó a aceptar mi afirmación de que el repetido hallazgo de dualidad en los sistemas biológicos indicaba que debíamos construir modelos de dos cadenas. En su opinión, la forma de proseguir era rechazar todo argumento que no surgiera de la química de las cadenas de ácidos nucleicos. Como la evidencia experimental no podía distinguir aún entre modelos de dos y tres cadenas, quería prestar igual atención a ambas alternativas. Aunque me sentía escéptico, no vi razón para combatir sus palabras. Desde luego, seguiría manipulando con modelos de dos cadenas.

Pero durante varios días no se construyó ningún modelo serio. No sólo nos faltaban los modelos de purina y pirimidina, sino que nunca habíamos encargado al taller la confección de átomos de fósforo. Como serían precisos tres días, por lo menos, para construir los átomos de fósforo más simples, volví al Clare después de comer para dar los últimos toques a mi manuscrito de genética. Luego, cuando me dirigía a casa de Pop para cenar, encontré a Bertrand y mi hermana hablando con Peter Pauling, quien la semana anterior había conquistado a Pop para obtener el derecho de ir a cenar a su casa. En contraste con Peter, el cual se estaba quejando de que los Perutz no tenían derecho a retener a Nina en casa un sábado por la noche, Bertrand y Elizabeth parecían satisfechos consigo mismos. Acababan de volver de una excursión en el Rolls de un amigo a una famosa casa de campo próxima a Badford. Su anfitrión, un arquitecto aficionado a las antigüedades, no se había plegado a las condiciones de la civilización moderna, y en su casa no había gas ni electricidad. En todos los aspectos posibles, llevaba la vida de un noble del siglo XVIII. Llegaba incluso a proporcionar bastones especiales a sus invitados cuando éstos le acompañaban a recorrer sus terrenos.

Apenas había terminado la cena, Bertrand se llevó a Elizabeth a otra fiesta, dejándonos a Peter y a mí sin saber qué hacer. Después de decidir en un principio trabajar en su aparato de alta fidelidad, Peter se vino conmigo al cine. Esto nos tuvo entretenidos hasta la medianoche. Al salir del cine, Peter expresó su creencia de que lord Rothschild estaba eludiendo su responsabilidad como padre, al no invitarle a cenar con su hija Sarah. Yo no podía manifestar desacuerdo, pues, si Peter entraba en la alta sociedad, quizá tuviera una oportunidad para evitar el terminar casándome con alguna muchacha de la Facultad.

Tres días después, los átomos de fósforo estaban listos, e inmediatamente monté varias secciones cortas de la cadena azúcar-fosfato. Luego, durante día y medio, traté de confeccionar un modelo

apropiado de dos cadenas con los ejes de azúcar-fosfato en el centro. Sin embargo, todos los posibles modelos compatibles con los datos de la forma B proporcionados por los rayos X parecían estereoquímicamente más insatisfactorios aún que nuestros modelos de tres cadenas de hacía quince meses. Así que, al ver que Francis estaba absorto en su tesis, me tomé la tarde libre para ir a jugar al tenis con Bertrand. Después del té, volví y le dije a Francis que me sentía mucho mejor jugando a tenis que construyendo modelos. Francis, indiferente por completo al espléndido día de primavera, dejó el lápiz para decirme que no sólo el ADN era más importante, sino que algún día me daría cuenta de la naturaleza insatisfactoria de los juegos al aire libre.

Durante la cena en Portugal Place, volví a sentirme preocupado por la cuestión de qué era lo que marchaba mal. Aunque seguía insistiendo en que debíamos mantener las cadenas en el centro, sabía que todas mis razones carecían de solidez. Finalmente, mientras tomábamos el café, admití que mi resistencia a situar las bases en el interior se debía, en parte, a la sospecha de que si adoptábamos dicha disposición, el número de modelos posible sería casi infinito, y entonces nos veríamos ante la imposible tarea de decidir cuál era el correcto. Pero la verdadera dificultad radicaba en las bases. Mientras se hallaran en la parte exterior, no teníamos que considerarlas. Si las disponíamos en el centro, se planteaba el terrible problema de colocar dos o más cadenas con secuencias irregulares de bases. Aquí Francis tuvo que admitir que no veía el menor indicio. Así que, cuando salí del comedor a la calle, dejé a Francis con la impresión de que tendría que presentar un argumento medianamente plausible, antes de que yo manipulara en serio con modelos con bases en el centro.

Sin embargo, a la mañana siguiente, mientras desmontaba una molécula con la cadena en el centro que me parecía especialmente repulsiva, decidí que no podía pasar nada malo por estarme unos cuantos días construyendo modelos con la cadena en el exterior. Esto implicaba ignorar temporalmente las bases, pues se necesitaba otra semana antes de que el taller pudiera entregar las láminas de metal cortadas en forma de purinas y pirimidinas.

No había ninguna dificultad en dar a una cadena situada en el exterior una forma compatible con la evidencia aportada por los rayos X. De hecho, tanto Francis como yo pensábamos que el ángulo de rotación más satisfactorio entre dos bases adyacentes era de 30 ó 40 grados, mientras que un ángulo dos veces mayor o dos

veces menor parecía incompatible con los ángulos de enlace principales. Así pues, si la cadena estaba situada en el exterior, la repetición cristalográfica de 34 Å tenía que representar la distancia necesaria para una rotación completa a lo largo del eje helicoidal. En este punto, el interés de Francis empezó a avivarse, y, cada vez con más frecuencia, levantaba la vista de sus cálculos para echar un vistazo al modelo. Sin embargo, ninguno de los dos vaciló en interrumpir el trabajo durante el fin de semana. El sábado por la noche se celebraba una fiesta en el Trinity. El domingo, Maurice debía ir a casa de los Crick para una visita social concertada semanas antes de que llegara el manuscrito de Pauling.

Pero no permitimos que Maurice olvidara el ADN. Casi nada más llegar de la estación, Crick empezó a sondearle para conocer más detalles de la forma B. Pero, al terminar la comida, Francis no sabía más de lo que yo había averiguado la semana anterior. Ni siquiera la presencia de Peter, quien dijo que estaba seguro de que su padre no tardaría en ponerse en acción, consiguió alterar los planes de Maurice. Insistió de nuevo en que quería aplazar la construcción de modelos hasta después de la marcha de Rosy, seis semanas más tarde. Francis aprovechó la ocasión para preguntar a Maurice si le importaría que empezáramos a usar modelos de ADN. Cuando Maurice respondió lentamente que no, que no le parecía mal, mi pulso volvió a la normalidad. Aunque, de haber sido afirmativa la respuesta, nuestra construcción de modelos hubiera continuado de todos modos.

CAPÍTULO XXV

Durante los días siguientes, vi que Francis se iba volviendo más y más huraño por el hecho de que yo no dedicaba toda mi atención a los modelos moleculares. No importaba que, por regla general, antes de las diez, cuando él llegaba, yo estuviera ya en el laboratorio. Casi todas las tardes, sabiendo que iba a jugar al tenis, apartaba con mal humor la cabeza de su trabajo para ver desatendida la cadena polinucleótida. Además, después del té yo iba a tomar una copa de jerez con las chicas de la casa de Pop. Los gruñidos de Francis, sin embargo, no me producían ningún efecto. Dedicar más tiempo a nuestra última cadena sin haber obtenido antes una solución para las bases no representaba un auténtico paso hacia delante.

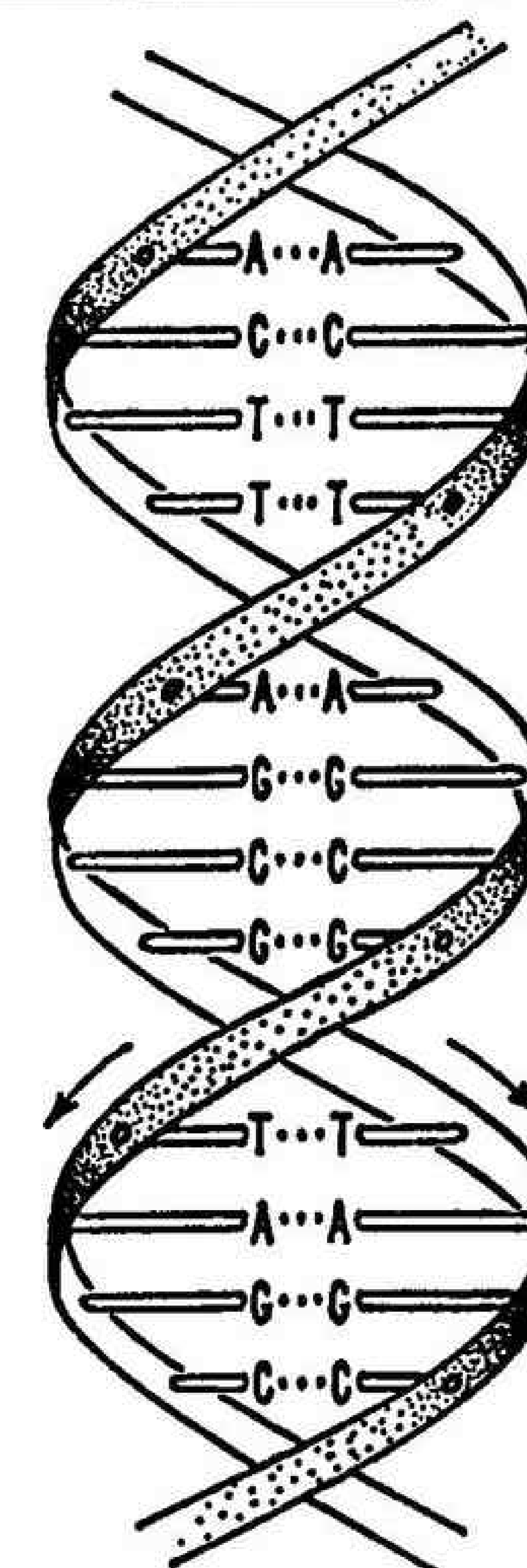
Seguí pasando la mayoría de las tardes en el cine, con la esperanza de que la solución se me presentaría de un momento a otro. Cierta tarde, decidí ir a ver *Éxtasis,* una película de los años treinta famosa por las escenas en las que la protagonista, Hedy Lamarr, aparecía desnuda. Así que aquella noche Peter y yo recogimos a Elizabeth y nos fuimos al cine Rex. Sin embargo, la única escena de desnudo que la censura inglesa había permitido era un reflejo de la protagonista en una piscina. Antes de que terminara la película, nos sumamos al violento abucheo de los disgustados estudiantes, mientras los protagonistas del film pronunciaban palabras de incontrolada pasión.

Incluso durante la proyección de una buena película me resultaba casi imposible olvidar las bases. El hecho de que, al fin, hubiéramos producido una configuración estereoquímicamente razonable de la cadena latía siempre en el fondo de mis pensamientos. Además, ya no existía el temor de que fuera incompatible con los datos

experimentales, pues la habíamos contrastado ya con las exactas mediciones de Rosy. Desde luego, Rosy no nos dio directamente sus datos. A decir verdad, nadie en el King's sabía lo que traíamos entre manos. Llegaron a nuestro poder gracias a que Max formaba parte de un comité nombrado por el Medical Research Council para coordinar la investigación biofísica dentro de sus laboratorios. Como Randall deseaba convencer al comité de que había formado un eficaz grupo de investigación, había dado instrucciones a su personal en el sentido de que redactaran un amplio resumen de sus trabajos. A su debido tiempo, este resumen fue multicopiado y enviado a todos los miembros del comité. El informe no era confidencial, así que Max no vio razón alguna para no dárnoslo a Francis y a mí. Al repasar su contenido, Francis advirtió con alivio que yo le había informado correctamente de las características esenciales de la forma B. Así pues, sólo eran precisas pequeñas modificaciones en nuestra configuración de la cadena.

Por lo general, intentaba resolver el misterio de las bases cuando, a hora avanzada, regresaba a mi habitación. Sus fórmulas estaban descritas en el librito de J. N. Davidson *The Biochemistry of Nucleic Acids,* del cual tenía yo un ejemplar en el Clare. Por lo tanto, podía estar seguro de que conocía las estructuras correctas. Empecé a dibujar pequeños diagramas de las bases en hojas de papel de carta del Cavendish. Mi propósito era disponer las bases en el centro, de forma tal que las cadenas del exterior fuesen completamente regulares, esto es, dando a los grupos azúcar-fosfato de cada nucleótido idénticas configuraciones tridimensionales. Pero cada vez que intentaba llegar a una solución tropezaba con el obstáculo de que las cuatro bases tenían una forma completamente diferente. Había, además, muchas razones para creer que las secuencias de bases de una cadena polinucleótida dada eran muy irregulares. Así, a menos que existiera algún procedimiento muy especial, retorcer al azar dos cadenas polinucleótidas una alrededor de la otra no llevaría a ningún resultado. En algunos espacios, las bases mayores debían tocarse una a otra, mientras que en las regiones donde las bases más pequeñas se hallaban una frente a otra debía existir un hueco o, en todo caso, las cadenas debían combarse hacia dentro.

Existía también el mortificante problema de cómo las cadenas entrelazadas podrían mantenerse unidas por puentes de hidrógeno entre bases. Aunque durante más de un año Francis y yo habíamos excluido la posibilidad de que las bases formaran enlaces regulares



Esquema de una molécula de ADN construida suponiendo que se aparean las bases iguales.

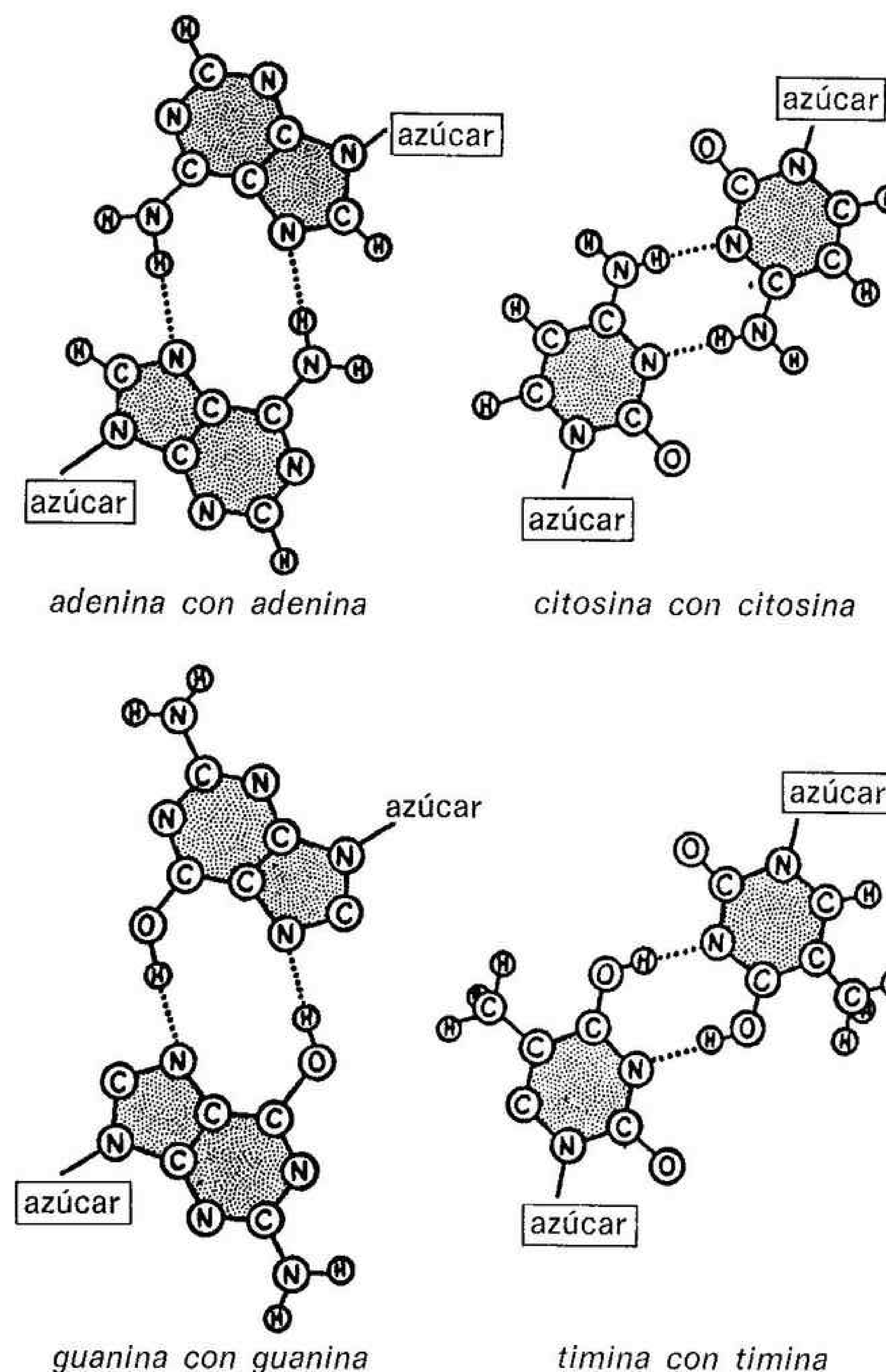
de hidrógeno, ahora resultaba evidente que nuestras deducciones no eran correctas. La observación de que uno o más átomos de hidrógeno de cada una de las bases podía moverse de un espacio a otro (un desplazamiento tautómero) nos había llevado inicialmente a la conclusión de que las formas tautómeras de una base dada se presentaban en frecuencias iguales. Pero una reciente lectura de los estudios de J. M. Gulland y D. O. Jordan sobre los análisis volumétricos de ácidos y bases del ADN me hizo apreciar finalmente la fuerza de su conclusión de que gran parte de las bases, si no todas ellas, formaban enlaces de hidrógeno con otras bases. Más importante aún, estos enlaces de hidrógeno estaban presentes en concen-

traciones muy bajas de ADN, lo que indicaba que los enlaces unían bases en la misma molécula. Estaba, además, el resultado cristalográfico con rayos X de que cada base pura examinada hasta entonces formaba tantos enlaces irregulares de hidrógeno como era estereoquímicamente posible. Así pues, era concebible que el *quid* del asunto radicara en una regla que gobernase los enlaces de hidrógeno entre las bases.

Al principio, mi esbozo de las bases sobre el papel no dio ningún resultado. Ni siquiera la necesidad de apartar *Éxtasis* de mi mente condujo a una solución de los enlaces de hidrógeno. Al poco rato, me quedé dormido, confiando en que una fiesta que había de celebrarse la tarde siguiente en Downing estuviera llena de chicas guapas. Pero mis esperanzas se vieron defraudadas tan pronto como llegué al lugar y me encontré con un grupo de saludables jugadores de hockey y varias pálidas debutantes. Bertrand se dio cuenta al instante de que él también estaba fuera de lugar allí, y, mientras dejábamos pasar un cortés intervalo antes de largarnos, le expliqué cómo le estaba disputando al padre de Peter la carrera por el premio Nobel.

Sin embargo, hasta mediados de la semana siguiente no surgió una idea importante. Se me ocurrió mientras estaba dibujando los anillos de la adenina en un papel. Comprendí de pronto las profundas implicaciones que podían derivarse de una estructura del ADN en la que el radical adenina formara enlaces de hidrógeno similares a los hallados en los cristales de adenina pura. Si el ADN era así, cada radical adenina formaría dos enlaces de hidrógeno con otro radical adenina relacionado con él mediante una rotación de 18 grados. Y, lo que era aún más importante, dos enlaces simétricos de hidrógeno podían mantener también juntos pares de guanina, citosina o timina. Empecé, pues, a considerar la posibilidad de que cada molécula de ADN se compusiera de dos cadenas con idénticas secuencias de bases, unidas por enlaces de hidrógeno entre pares de bases idénticas. No obstante, existía la complicación de que una estructura así no podría tener una cadena regular, ya que las purinas (adenina y guanina) y las pirimidinas (timina y citosina) tienen formas diferentes. La cadena resultante debería disponer, pues, de pequeñas ondulaciones hacia dentro y hacia fuera según estuviesen en el centro los pares de purinas o de pirimidinas.

A pesar de la poca elegancia de la ondulación en las cadenas, se me empezó a acelerar el pulso. Si el ADN era así, sería una auténtica bomba anunciar su descubrimiento. La existencia de dos cadenas



Emparejamiento de las cuatro bases con sus iguales tal como supuse que lo harían para formar la molécula de ADN (los enlaces de hidrógeno aparecen punteados).

entrelazadas con idénticas secuencias de bases no podía ser fruto de la casualidad. Por el contrario, indicaría que una cadena de cada molécula habría servido de plantilla en alguna fase anterior para la síntesis de la otra cadena. Según este esquema, la multiplicación de los genes comenzaría con la separación de dos cadenas idénticas. Seguidamente se formarían dos nuevas cadenas hijas sobre dos plantillas parentales, dando lugar a dos moléculas de ADN idénticas a la molécula original. Así, el truco esencial de la multiplicación de los genes podría provenir de la exigencia de que cada base de la cadena recién sintetizada tuviera siempre un puente de hidrógeno con una base idéntica. Sin embargo, no podía comprender por qué no había de ser posible que la forma tautómera común de la guanina tuviera un enlace de hidrógeno con la adenina. Mi modelo tenía también varios otros problemas de emparejamiento. Pero, puesto que no había razón para excluir la participación de enzimas específicos, creí que no hacía falta sentirse excesivamente turbado. Por ejemplo, podría existir un enzima específico para la adenina que hiciera que ésta se insertara siempre frente a otro radical adenina de la cadena opuesta.

A medida que transcurrían las horas, me iba sintiendo cada vez más complacido. Francis y yo temíamos que la estructura del ADN resultara ser anodina y que no sugiriera nada acerca de su multiplicación ni de su función de control de la bioquímica celular. Pero ahora, para complacencia y asombro míos, la solución parecía ser profundamente interesante. Durante más de dos horas permanecí tendido en la cama con los ojos cerrados, representándome complacido parejas danzantes de adenina. Sólo en algunos momentos me asaltó el temor de que una idea tan buena pudiera ser errónea.

CAPÍTULO XXVI

Para el mediodía siguiente, mi esquema quedó hecho trizas. Se alzaba contra mí el embarazoso hecho químico de que había elegido inadecuadas formas tautómeras de guanina y timina. Antes de que la verdad se abriera paso, había desayunado apresuradamente en el "Whim" y había vuelto luego por unos momentos al Clare College para contestar una carta de Max Delbrück, en la que me comunicaba que mi manuscrito sobre genética bacteriana les parecía erróneo a los genetistas del Cal Tech. Sin embargo, accedería a mi petición de enviarlo al *Proceedings of the National Academy*. Mi juventud podría disculpar la insensatez de publicar una idea estúpida, pero sería necesario que adoptara pronto una conducta juiciosa antes de que mi carrera quedara permanentemente fijada en un rumbo temerario.

Al principio, la noticia me turbó. Pero luego, estimulado por la posibilidad de hallar la estructura automultiplicadora del ADN, le escribí reiterándome en mi hipótesis sobre cómo se emparejaban las bacterias. Además, no pude contener el impulso de añadir que acababa de idear una bella estructura para el ADN que era completamente diferente de la de Pauling. Por unos segundos pensé en dar algunos detalles de lo que me traía entre manos, pero, como tenía prisa, decidí no hacerlo. Acto seguido, eché la carta en el buzón y me precipité en el laboratorio.

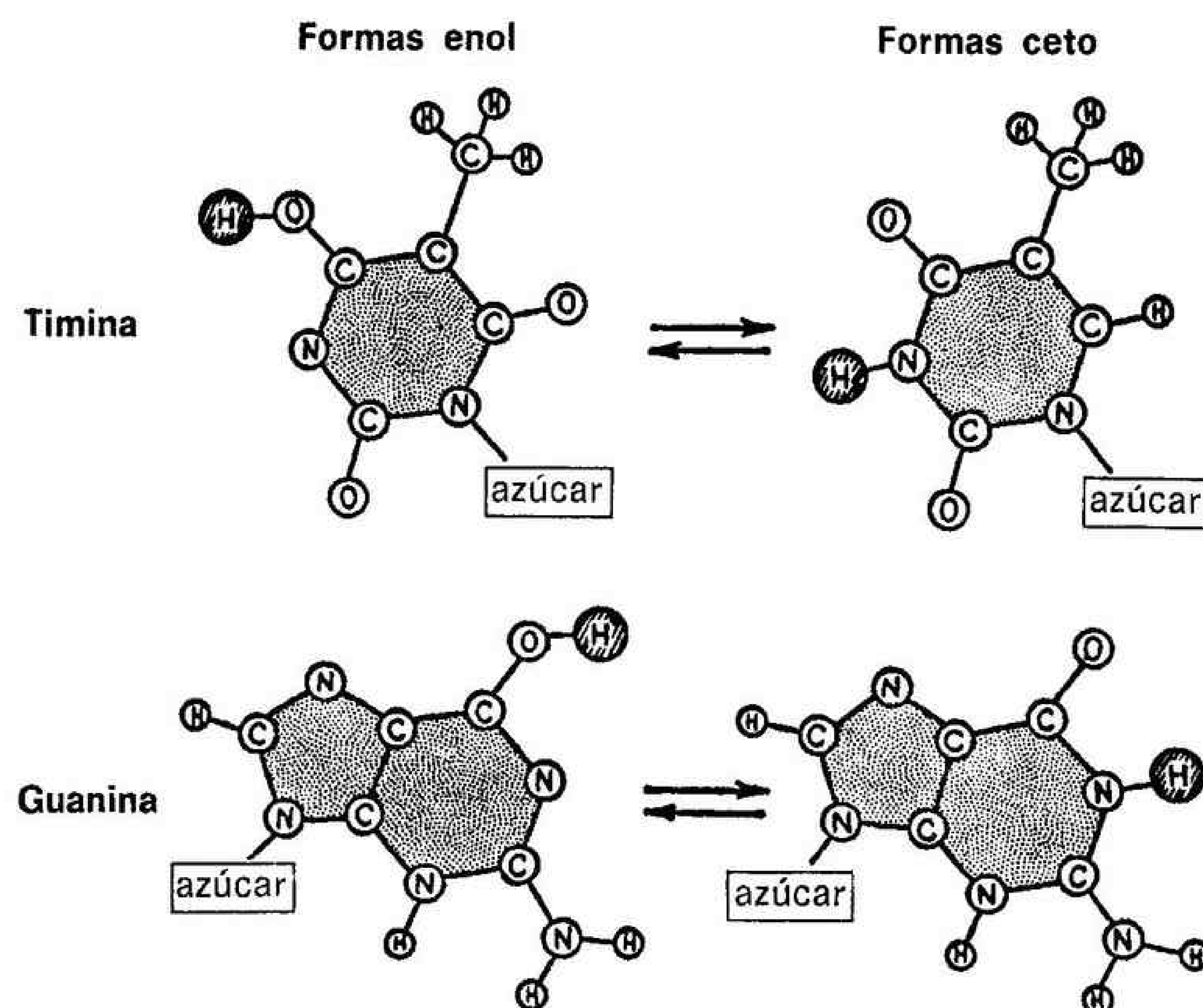
No llevaba más de una hora la carta en el correo cuando supe que mi afirmación no estaba justificada. Nada más entrar en el despacho y empezar a explicar mi esquema, el cristalógrafo americano Jerry Donohue afirmó que no era bueno. En opinión de Jerry, las formas tautómeras que yo había copiado del libro de Davidson eran incorrectas. Mi réplica inmediata de que varios otros textos repre-

sentaban también la guanina y la timina en la forma enol no le produjo ningún efecto. Explicó que, durante años, los químicos orgánicos habían estado favoreciendo arbitrariamente particulares formas tautómeras con preferencia a sus alternativas, sobre bases notoriamente endebles. De hecho, los libros de texto de química orgánica estaban llenos de esquemas de formas tautómeras sumamente improbables. La fórmula de la guanina que yo le estaba presentando era falsa casi con toda seguridad, pues su intuición química le decía que se presentaría en la forma ceto. Estaba igualmente seguro de que también la configuración enol de la timina era incorrecta. Él se inclinaba por la alternativa ceto.

Sin embargo, Jerry no dio una razón concluyente de su preferencia por las formas ceto. Admitió que sólo se había demostrado concluyentemente la forma ceto en una molécula análoga a las que estábamos considerando, la dicetopiperacina. La configuración tridimensional de dicha molécula había sido desarrollada en el laboratorio de Pauling, varios años antes, y no había duda de que adoptaba la forma ceto, no la enol. Pero Jerry estaba seguro de que los argumentos de mecánica cuántica que explicaban por qué la dicetopiperacina tiene la forma ceto debían valer también para la guanina y la timina. Por todo ello, me instó a que no perdiera más tiempo con mi descabellado esquema.

Mi reacción inmediata fue confiar en que Jerry estuviera excediéndose. De todos modos, tuve presentes sus críticas. Después del propio Linus, Jerry era una autoridad en el campo de los enlaces de hidrógeno. Habida cuenta de que había trabajado durante muchos años en el Cal Tech sobre las estructuras cristalinas de pequeñas moléculas orgánicas, yo no podía engañarme con la idea de que no entendía nuestro problema. Durante los seis meses que había ocupado un puesto en nuestra sección nunca le había oído pronunciarse sobre cuestiones de las que no supiera nada.

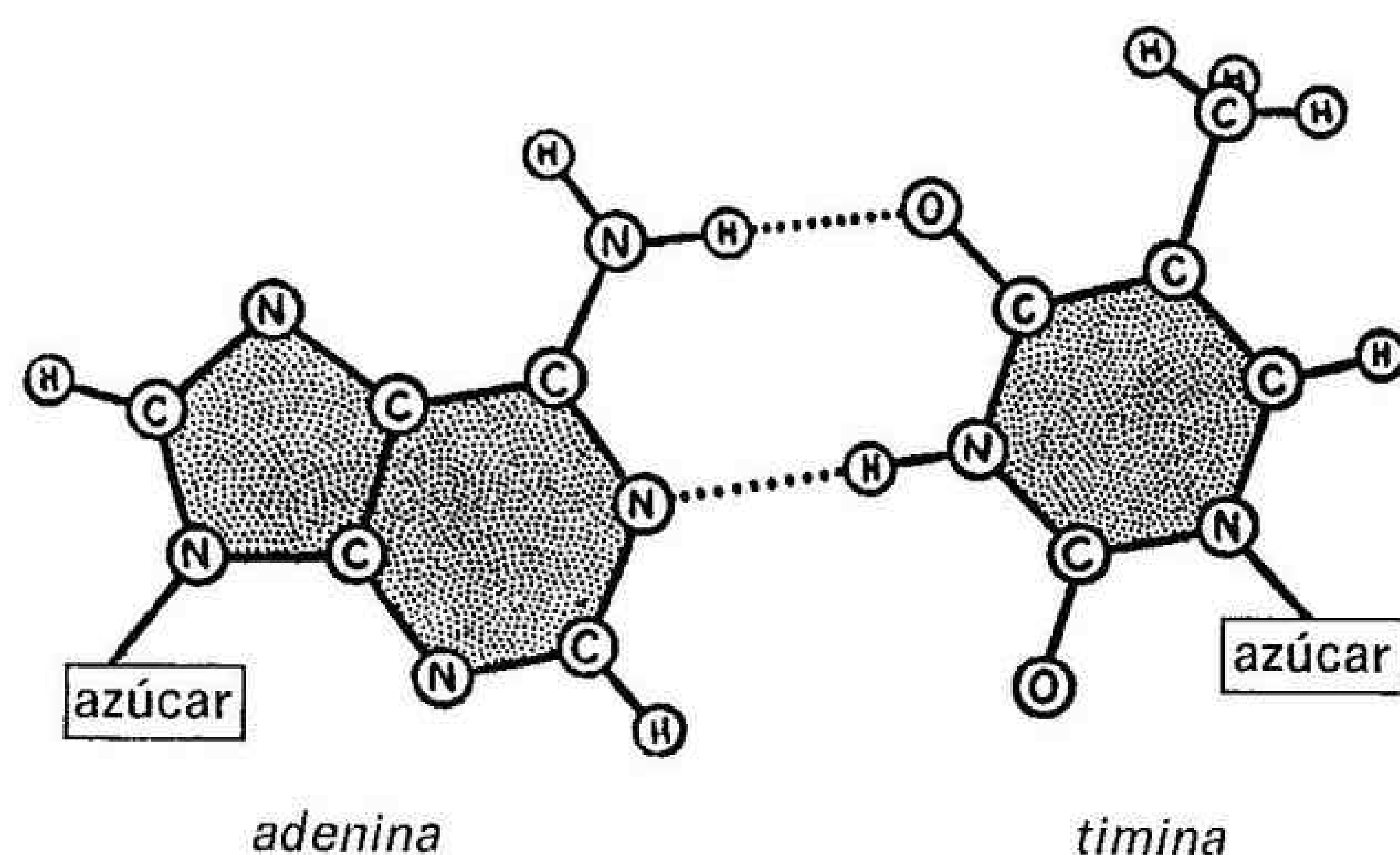
Preocupado, volví a mi mesa. Aún confiaba en que surgiera algo que pudiera salvar la idea de los enlaces entre bases iguales, pero era evidente que los nuevos hechos contradecían tales suposiciones. El desplazamiento de los átomos de hidrógeno a sus posiciones ceto hacía más importantes aún las diferencias entre las purinas y las pirimidinas que si se diesen las formas enol. Sólo como último y artificioso recurso podía imaginar la cadena polinucleótida curvándose lo suficiente para acomodarse a secuencias irregulares de bases. Pero hasta esta posibilidad se desvaneció cuando entró Francis. Se dio cuenta en seguida de que una estructura con las bases igua-

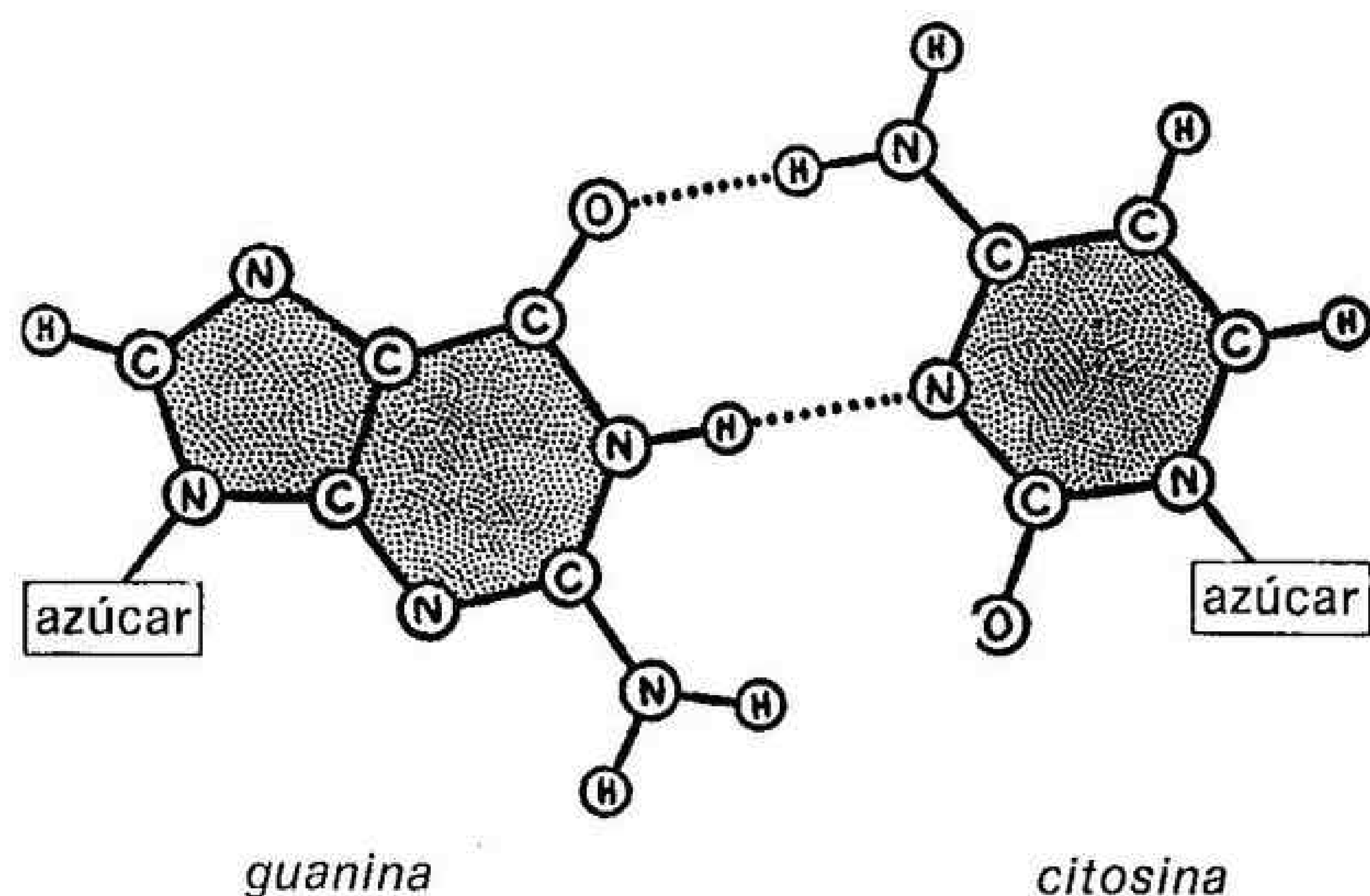


Las contrapuestas formas tautómeras de guanina y timina que podrían presentarse en el ADN. Los átomos de hidrógeno que pueden cambiar de posición (desplazamiento tautómero) aparecen rayados.

les emparejadas sólo podría dar una repetición cristalográfica de 34 Å en el caso de que cada cadena tuviera una rotación completa cada 68 Å, lo que significaría que el ángulo de rotación entre bases sucesivas sería sólo de 18 grados, un valor que Francis consideraba excluido por sus recientes manipulaciones con los modelos. Además, tampoco le gustaba el hecho de que mi modelo no diera ninguna explicación a las reglas de Chargaff (adenina igual a timina, guanina igual a citosina). No obstante, yo aún no confiaba demasiado en los datos de Chargaff. Así pues, cuando llegó la hora de comer me sentí contento de que el alegre parloteo de Francis desplazara mis pensamientos a la cuestión de por qué los estudiantes no graduados no podían satisfacer a las chicas *au pair*.

Tras el almuerzo no sentía grandes deseos de volver al trabajo. Temía que, al tratar de encajar las formas ceto en un nuevo esque-





Los pares de bases adenina-timina y guanina-citosina tal como fueron concebidos cuando se descubrió la estructura correcta de la doble hélice (los enlaces de hidrógeno aparecen punteados). Se consideró la formación de un tercer enlace de hidrógeno entre la guanina y la citosina, pero la idea fue rechazada porque un estudio cristalográfico de la guanina indicaba que dicho enlace sería muy débil. Ahora se sabe que esta hipótesis es errónea, pues entre la guanina y la citosina se tienden tres fuertes enlaces de hidrógeno.

ma, tropezara contra un muro de piedra y tuviese que enfrentarme al hecho de que ningún esquema regular de enlaces de hidrógeno era compatible con la evidencia suministrada por los rayos X. Mientras permaneciera afuera mirando las flores, abrigaba la esperanza de que me viniera a la cabeza alguna bella disposición de las bases.

Por fortuna, mientras subíamos la escalera encontré una excusa para retrasar, al menos durante varias horas, el paso crucial de reconstruir el modelo. Los modelos metálicos de purina y pirimidina, necesarios para comprobar sistemáticamente todas las posibilidades concebibles de enlace de hidrógeno, no habían sido terminados a tiempo. Serían precisos dos días más, como mínimo, antes de que estuvieran en nuestras manos. Esto era demasiado tiempo para que yo me mantuviera inactivo, así que pasé el resto de la tarde cortando representaciones exactas de las bases en cartulina rígida. Cuando las tuve listas, comprendí que la solución debía ser aplazada hasta el día siguiente, ya que después de cenar tenía que ir al teatro con un grupo de la casa de Pop.

A la mañana siguiente, cuando llegué a nuestro despacho, limpié de papeles mi mesa a fin de tener una superficie amplia en la que formar pares de bases unidas por puentes de hidrógeno. Aunque al principio volví a mi idea de enlazar bases iguales, al poco rato me di cuenta de que aquello no conducía a ninguna parte. Cuando Jerry entró, levanté la vista, pero al ver que no era Francis empecé a combinar las bases en otras diversas posibilidades de emparejamiento.

De pronto, me di cuenta de que un par adenina-timina unido por dos enlaces de hidrógeno tenía forma idéntica a la de un par guanina-citosina. Todos los puentes de hidrógeno parecían formarse de un modo natural, y no se necesitaba ningún artificio para que los dos pares de bases fueran idénticos en su forma. Al momento llamé a Jerry para preguntarle si esta vez tenía alguna objeción que hacer a mis nuevos pares de bases.

Al responderme que no, sentí renacer mis esperanzas, pues sospechaba que ahora había encontrado la solución al enigma de por qué el número de radicales de purina igualaba exactamente al número de radicales de pirimidina. Dos secuencias irregulares de bases podían ser introducidas de un modo regular en el centro de una hélice, siempre que una purina se enlazara por un puente de hidrógeno con una pirimidina. Además, la exigencia de tal enlace de hidrógeno significaba que la adenina se emparejaría siempre con la timina, mientras que la guanina se emparejaría solamente con la citosina. Las reglas de Chargaff emergían de pronto como consecuencia de una estructura de doble hélice para el ADN. Y, lo que era más excitante, este tipo de doble hélice sugería un esquema de multiplicación mucho más satisfactorio que mi idea de emparejar bases semejantes. Emparejar siempre la adenina con la timina y la

guanina con la citosina significaba que las secuencias de bases de las dos cadenas eran complementarias una de otra. Dada la secuencia de bases de una cadena, quedaba automáticamente determinada la de su compañera. Era muy fácil imaginar cómo una cadena aislada podía ser la plantilla para la síntesis de una cadena con la secuencia complementaria.

Cuando Francis llegó, antes incluso de que cruzara por completo el umbral de la puerta ya le había comunicado que teníamos la solución en nuestras manos. Aunque, por cuestión de principio, mantuvo su escepticismo durante unos momentos, la forma similar de los pares A-T y G-C produjo el impacto esperado. Y aunque se apresuró a disponer las bases en gran número de formas diferentes, no pudimos encontrar ningún otro modo de satisfacer las reglas de Chargaff. Pocos minutos después, Francis observó el hecho de que los dos enlaces glucosídicos (que unían una base y un azúcar) de cada par de bases estaban sistemáticamente relacionados por un eje perpendicular al eje helicoidal. Así, ambos pares podían ser volteados y seguir teniendo sus enlaces glucosídicos apuntados en la misma dirección. Esto tenía la importante consecuencia de que una cadena dada podía contener, al mismo tiempo, purinas y pirimidinas. Por otra parte, sugería que las dos cadenas debían correr en direcciones opuestas.

La cuestión estaba entonces en saber si los pares de bases A-T y G-C encajarían fácilmente en la configuración de la cadena ideada durante las dos semanas anteriores. Así parecía a primera vista, ya que en el centro yo había dejado libre un gran espacio para las bases. Sin embargo, ambos sabíamos que no lograríamos el pleno éxito hasta no construir un modelo completo en el que todos los contactos estereoquímicos fuesen satisfactorios. Estaba también el hecho evidente de que las implicaciones del modelo eran demasiado importantes para arriesgarse a cantar victoria. Por eso, sentí una ligera aprensión cuando, a la hora de comer, Francis se precipitó al "Eagle" para decir a todos cuantos pudieran oírle que habíamos descubierto el secreto de la vida.

CAPÍTULO XXVII

La preocupación de Francis por el ADN no tardó en absorberle todo su tiempo. La primera tarde después del descubrimiento de que los pares de bases A-T y G-C tenían formas similares volvió a dedicarse a su tesis, pero su esfuerzo era estéril. Se levantaba constantemente de su silla, miraba preocupado los modelos de cartulina, probaba otras combinaciones y, luego, tras unos instantes de incertidumbre, parecía satisfecho y me decía cuán importante era nuestro trabajo. Me sentía complacido con las palabras de Francis, que carecían del tono de moderación usual en la forma de comportarse en Cambridge. Parecía casi increíble que la estructura del ADN estuviera resuelta, que la solución fuera tan asombrosamente excitante y que nuestros nombres fueran a quedar asociados con la doble hélice, como el de Pauling lo estaba con la hélice alfa.

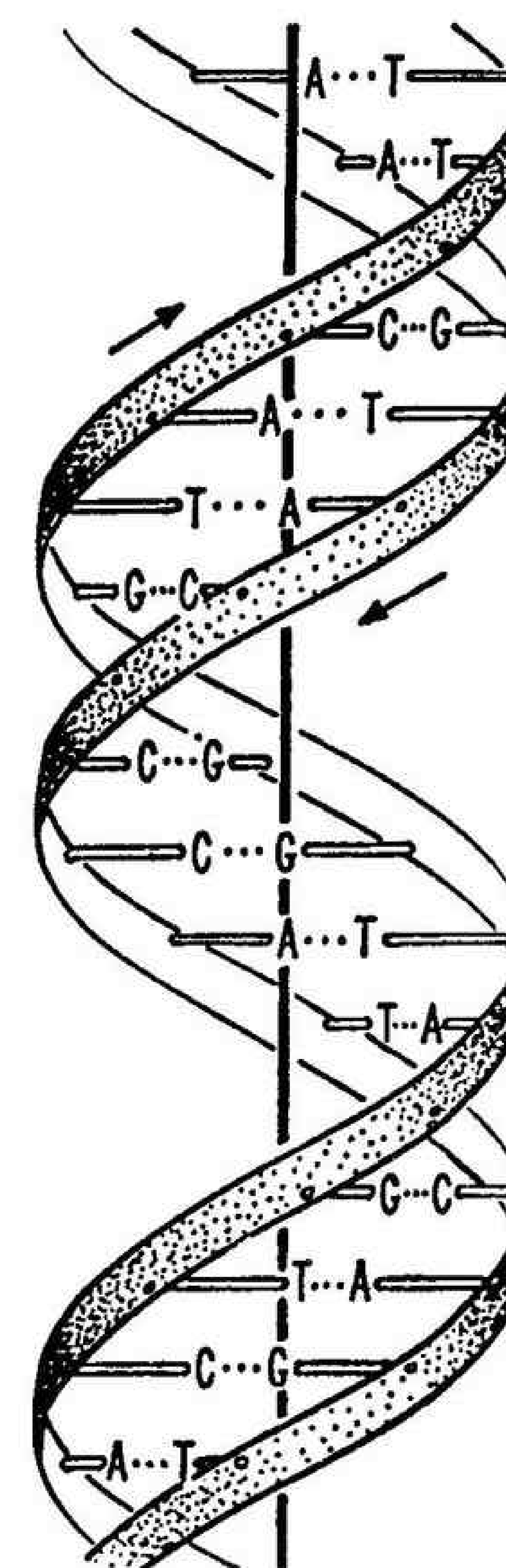
A las seis, Francis y yo fuimos al "Eagle" para hablar de lo que se debía hacer durante los días siguientes. Francis deseaba ver si resultaría posible construir un modelo tridimensional satisfactorio, ya que los genetistas y los bioquímicos que trabajaban en el ácido nucleico no debían perder su tiempo durante un período más prolongado de lo necesario. Debían conocer nuestra solución en seguida, a fin de que pudieran reorientar su investigación a partir de nuestro hallazgo. Aunque me sentía igualmente ansioso por construir el modelo completo, pensaba más en Linus y en la posibilidad de que encontrase los pares de bases antes de que nosotros publicáramos la solución.

Sin embargo, esa noche no pudimos configurar la doble hélice. Hasta que las bases de metal estuvieran disponibles, cualquier construcción del modelo sería demasiado chapucera para resultar convincente. Volví a casa de Pop para decirles a Elizabeth y a Bertrand

que, probablemente, Francis y yo habíamos derrotado a Pauling y que nuestra solución revolucionaría la biología. Ambos se alegraron mucho, Elizabeth con fraternal orgullo, Bertrand con la idea de que podría informar a la Sociedad Internacional de que tenía un amigo que iba a ganar el premio Nobel. La reacción de Peter fue también entusiasta y no dio la menor muestra de que le importara la posibilidad de que su padre sufriera su primera auténtica derrota científica.

A la mañana siguiente, al despertarme, me sentía pleno de energías. De camino hacia el "Whim", me dirigí con paso lento hacia el Clare Bridge para contemplar los góticos pináculos de la capilla del King's College, que se recortaba nítidamente contra el cielo de primavera. Me detuve unos instantes y miré hacia las perfectas líneas georgianas del Gibbs Building, pensando que gran parte de nuestro éxito se debía a los prolongados y anodinos períodos en que caminábamos en compañía de colegas o leíamos los libros que llegaban a la librería Heffer. Después de echar un vistazo al *Times*, entré en el laboratorio y vi a Francis, por una vez madrugador, ordenando los pares de bases de cartulina a lo largo de una línea imaginaria. En la medida en que la regla y el compás podían indicarle, ambos conjuntos de pares de bases encajaban con limpieza en la configuración de la molécula. En el transcurso de la mañana, entraron Max y John para ver si aún pensábamos que habíamos encontrado la solución definitiva. Cada uno de ellos oyó de Francis una rápida y concisa conferencia, durante la segunda de las cuales yo bajé al taller para ver si podrían terminar las purinas y pirimidinas a última hora de esa misma tarde.

Sólo bastaba un estímulo final para que el ensamblaje definitivo quedara terminado en un par de horas. Usamos las relucientes placas de metal para hacer un modelo en el que, por primera vez, se hallaban presentes todos los componentes del ADN. En cuestión de una hora dispuse los átomos en posiciones que satisfacían los datos proporcionados por los rayos X y las leyes de la estereoquímica. La hélice resultante giraba hacia la derecha, con las dos cadenas corriendo en direcciones opuestas. Sólo una persona podía manipular con el modelo, así que Francis no interfirió en mi trabajo hasta que terminé y le dije que creía que todo encajaba. Si bien un contacto interatómico era algo más corto que lo necesario para resultar óptimo, no se desviaba de varios valores publicados, y no le di importancia. Francis revisó el modelo por espacio de unos quince minutos sin encontrar ningún error, aunque, durante breves intervalos, al verle fruncir el ceño, se me cayó el alma a los pies. En todos los



Esquema de la doble hélice. Las cadenas de azúcar-fosfato forman dos espirales en el exterior de la molécula, quedando en el interior los pares de bases unidos por enlaces de hidrógeno. Vista de esta manera, la estructura semeja una escalera de caracol cuyos escalones serían los pares de bases.

casos quedó satisfecho y continuó comprobando el carácter razonable de otros enlaces interatómicos. Así pues, todo parecía cuadrar cuando nos fuimos a cenar con Odile.

Durante la cena, nuestra conversación se centró en cómo hacer pública la gran noticia. A Maurice, en especial, debíamos decírselo pronto. Pero, al recordar la plancha de hacía dieciséis meses, parecía sensato no comunicar nada al King's hasta haber obtenido la

exacta coordinación de todos los átomos. Era demasiado fácil disponer una serie de enlaces atómicos de tal modo que, si bien cada uno de ellos pareciese casi aceptable, el conjunto resultara energéticamente imposible. Sospechábamos que no habíamos cometido este error, pero nuestro juicio podría muy bien estar influido por las ventajas biológicas del modelo supuesto. Por esta razón, debíamos pasar los días siguientes realizando mediciones con una plomada y una regla para obtener las posiciones relativas de todos los átomos de un nucleótido. A causa de la simetría helicoidal, los emplazamientos de los átomos en un solo nucleótido darían automáticamente las demás posiciones.

Después de tomar el café, Odile quiso saber si, en el caso de que nuestro trabajo fuera tan sensacional como todo el mundo le decía, aún tendrían que exiliarse a Brooklyn. Quizá debiéramos quedarnos en Cambridge para resolver otros problemas de igual importancia. Traté de tranquilizarla, poniendo de relieve que no todos los hombres americanos se cortaban el pelo al rape y que había montones de mujeres americanas que no llevaban calcetines blancos por la calle. Tuve menos éxito al explicar que el mayor atractivo de los Estados Unidos consistía en sus amplios espacios abiertos, a los que nunca iba nadie. Odile se horrorizaba ante la perspectiva de vivir mucho tiempo entre personas carentes de elegancia. Además, no podía creer que yo hablara en serio porque acababa de encargar a un sastre una chaqueta ajustada, que no guardaba ninguna relación con los sacos que los americanos llevaban colgados de los hombros.

A la mañana siguiente me encontré con que Francis había vuelto a llegar al laboratorio antes que yo. Se hallaba ajustando el modelo sobre su soporte, para poder medir mejor los enlaces atómicos. Mientras movía los átomos a un lado y a otro, me senté en la mesa y me puse a pensar en la redacción de las cartas que pronto escribiría, diciendo que habíamos encontrado algo interesante. De vez en cuando, Francis parecía disgustado cuando mis ensoñaciones me impedían advertir que necesitaba mi ayuda para evitar que el modelo se derrumbara mientras colocaba los soportes en su debido orden.

Para entonces, sabíamos ya que la importancia que yo había dado a los iones Mg^{++} carecía de fundamento. Con la cadena azúcar-fosfato en el exterior, no importaba qué ion se hallara presente. Cualquiera de ellos encajaba perfectamente en la doble hélice.

A última hora de aquella mañana, Bragg vino a echar su primer vistazo al modelo. Había estado con gripe varios días y se hallaba en

LA DOBLE HÉLICE

cama cuando supo que Crick y yo habíamos ideado una ingeniosa estructura del ADN que podría resultar de gran importancia para la biología. En su primer momento libre en el Cavendish salió de su despacho para verlo por sí mismo. Captó de inmediato la relación complementaria entre las dos cadenas y cómo la equivalencia de la adenina con la tiamina y de la guanina con la citosina era una consecuencia lógica de la repetida forma regular de la cadena azúcar-fosfato. Como no conocía las reglas de Chargaff, le expuse la evidencia experimental sobre las proporciones relativas de las diversas bases, notando que iba entusiasmándose cada vez más por las potenciales implicaciones de nuestro trabajo en relación con la multiplicación de los genes. Cuando se suscitó la cuestión de la evidencia de los rayos X, comprendió por qué no habíamos llamado aún al grupo del King's. Sin embargo, le incomodaba que todavía no hubiéramos pedido a Todd su opinión. La probabilidad de que estuviéramos utilizando una fórmula química equivocada era, desde luego, pequeña, pero, como Crick hablaba tan de prisa, Bragg no podía estar seguro de que disminuyera su velocidad durante el tiempo suficiente para conocer los hechos correctos. Por lo tanto, se acordó que tan pronto como tuviésemos un grupo de átomos suficiente con las distancias bien ajustadas haríamos venir a Todd.

Los retoques finales al modelo quedaron terminados a la noche siguiente. Al carecer de la exacta evidencia de los rayos X, no estábamos seguros de que la configuración elegida fuese correcta. Pero esto no nos importaba, pues sólo deseábamos establecer que al menos una de las hélices complementarias de las dos cadenas era estereoquímicamente posible. Hasta que esto quedara claro, podría formularse la objeción de que, aunque nuestra idea era elegante desde un punto de vista estético, tal vez la forma de la cadena azúcar-fosfato no permitiera su existencia. Pero sabíamos ya que esto no era cierto, así que nos fuimos a comer, diciéndonos uno a otro que una estructura tan bonita tenía, por fuerza, que existir.

Mitigada ya la tensión, me fui a jugar al tenis con Bertrand. Prometí a Francis que a última hora de la tarde escribiría a Luria y a Delbrück para hablarles de la doble hélice. Quedó convenido también que John Kendrew llamaría a Maurice para decirle que debía venir a ver lo que Francis y yo acabábamos de idear. Ni Francis ni yo queríamos encargarnos de la tarea. Al comienzo del día, el correo había traído a Francis una nota de Maurice, en la que mencionaba que iba a dedicarse plenamente al ADN y que se proponía concentrarse en la construcción de modelos del mismo.

CAPÍTULO XXVIII

A Maurice le bastó mirar el modelo durante un minuto para encontrarlo de su agrado. Había sido prevenido por John de que se trataba de una configuración de dos cadenas, unidas por los pares de bases A-T y G-C, de modo que nada más entrar en nuestro despacho estudió sus características en detalle. No le importó que hubiese dos cadenas, y no tres, puesto que sabía que la evidencia no estaba bien definida. Mientras Maurice contemplaba en silencio el objeto de metal, Francis permaneció a su lado, hablando a veces con gran rapidez de qué clase de figura de difracción había de producir la estructura con los rayos X. Luego, al advertir que el deseo de Maurice era ver la doble hélice, no recibir una conferencia sobre teoría cristalográfica, que muy bien podía desarrollar él solo, Francis se mantuvo callado. No se discutió la decisión de poner la guanina y la timina en la forma ceto. Hacerlo de otra manera destruiría los pares de bases. Maurice aceptaba el argumento de Jerry Donohue como una verdad consabida.

Aunque no se habló del imprevisto beneficio que había supuesto el hecho de que Francis, Peter y yo hubiéramos compartido nuestro despacho con Jerry, resultaba evidente para todos. Si no hubiera estado con nosotros en Cambridge, quizá yo estuviera aún tanteando con una estructura de bases semejantes enlazadas entre sí. En su laboratorio, privado de químicos estructurales, Maurice no tenía quien pudiera decirle que todos los dibujos de los libros de texto estaban equivocados. De no ser por Jerry, sólo Pauling habría realizado la elección adecuada, y se habría atenido a sus consecuencias.

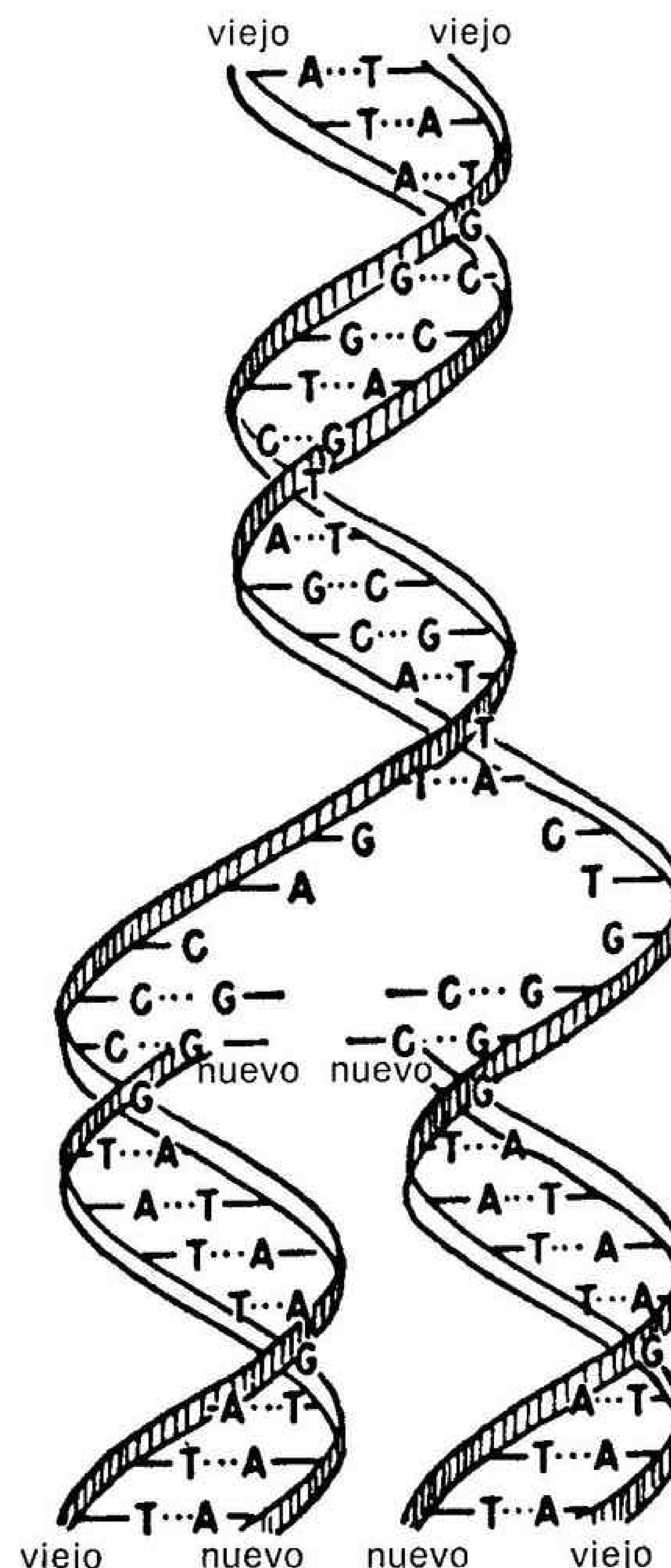
El siguiente paso científico era comparar con rigor los datos experimentales de los rayos X con la pauta de difracción que predecía

nuestro modelo. Maurice prometió que mediría en seguida las difracciones críticas. No había en su voz el menor indicio de amargura, y me sentí aliviado. Hasta el momento de su visita, había abrigado la aprensión de que se mostrara apesadumbrado por el hecho de que nos hubiéramos apoderado de parte de la gloria que debería haberle sido atribuida por entero a él y a sus jóvenes colegas. Pero no había ni rastro de resentimiento en su rostro, y, teniendo en cuenta su carácter poco extravertido, se hallaba muy excitado por la idea de que la estructura produciría grandes beneficios a la biología.

A los dos días de su regreso a Londres, telefoneó para decir que tanto él como Rosy encontraban que sus datos de los rayos X confirmaban plenamente la doble hélice. Iban a publicar en seguida sus resultados y deseaban hacerlo simultáneamente con nuestro anuncio de los pares de bases. *Nature* era la revista más indicada para una pronta publicación, ya que, si Bragg y Randall apadrinaban los manuscritos, éstos podrían ver la luz dentro del mes siguiente a su recepción. Sin embargo, los del King's no publicarían un artículo conjunto: Rosy y Gosling informarían de sus resultados independientemente de Maurice y sus colaboradores.

Al principio, me sorprendió que Rosy aceptara nuestro modelo. Había temido que su incisiva y obstinada mente, cogida en la trampa antihelicoidal que ella misma se había fabricado, pudiera proponer resultados que fomentaran la incertidumbre sobre la corrección de la doble hélice. Sin embargo, como casi todo el mundo, vio el atractivo de los pares de bases y aceptó el hecho de que la estructura era demasiado bonita para no ser verdadera. Además, aun antes de conocer nuestra proposición, la evidencia de los rayos X la había estado forzando, más de lo que quería admitir, hacia una estructura helicoidal. La situación de las cadenas azúcar-fosfato en el exterior de la molécula venía exigida por su evidencia, y, dada la necesidad de unir las bases mediante puentes de hidrógeno, la exclusividad de los pares A-T y G-C era un hecho que no veía razón para discutir.

Al mismo tiempo, su violenta indisposición con Francis y conmigo se desvaneció. Al principio, al recordar nuestros anteriores encuentros, vacilamos en discutir con ella la doble hélice. Pero cuando Francis estuvo en Londres para hablar con Maurice sobre los detalles de las fotografías de rayos X, ya vio en ella una actitud distinta. Como pensó que Rosy no quería nada con él, se dirigió sólo a Maurice, hasta que empezó a darse cuenta de que Rosy también deseaba conocer su opinión cristalográfica y estaba dispuesta a cambiar la abierta hostilidad por una conversación entre iguales. Con gran sa-



Hipótesis de la multiplicación del ADN, dada la naturaleza complementaria de las secuencias de bases en las dos cadenas.

tisfacción, Rosy mostró a Francis sus datos, y, por primera vez, él pudo ver cuán justificada era su afirmación de que la cadena azúcar-fosfato estaba en el exterior de la molécula. Sus intransigentes declaraciones previas sobre este asunto reflejaban una auténtica actitud científica, y no la de una feminista descarriada.

Evidentemente, en el cambio de Rosy influía su apreciación de que nuestro anterior alboroto sobre la construcción de modelos suponía en realidad una seria vía de acceso a la ciencia, no el fácil recurso de haraganes que deseaban evitar el duro trabajo necesario para labrarse una honrada carrera científica. También resultaba claro que las dificultades de Rosy con Maurice y Randall estaban relacionadas con su comprensible necesidad de sentirse igual a las personas con las que trabajaba. Poco después de su entrada en el laboratorio del King's, se había rebelado contra su carácter jerárquico, sintiéndose ofendida porque su extraordinaria capacidad cristalográfica no obtenía un reconocimento formal.

Aquella semana, dos cartas de Pasadena trajeron la noticia de que Pauling estaba aún muy lejos de obtener buenos resultados con las bases. La primera carta era de Delbrück y en ella se comunicaba que Linus acababa de dar un seminario, durante el cual expuso una modificación en su estructura del ADN. De un modo extraño, el manuscrito que había enviado a Cambridge había sido publicado antes de que su colaborador, R. B. Corey, pudiera medir con exactitud las distancias interatómicas. Y cuando esto se hizo, se encontraron varios enlaces erróneos. El modelo de Pauling era, pues, imposible sobre bases estrictamente estereoquímicas. Sin embargo, esperaba salvar la situación efectuando algunas correcciones sugeridas por su colega Verner Schomaker. En su forma revisada del ADN los átomos de fosfato formaban un ángulo de 45 grados, permitiendo así que un grupo diferente de átomos de oxígeno formara un puente de hidrógeno. Después de la conferencia, Delbrück dijo a Schomaker que no estaba convencido de que Linus se hallara en lo cierto, pues acababa de recibir mi nota acerca de una nueva idea para la estructura del ADN.

Los comentarios de Delbrück llegaron en seguida a conocimiento de Pauling, quien se apresuró a escribirme una carta. La primera parte de ella delataba nerviosismo, no iba al grano, pero me invitaba a participar en un congreso sobre proteínas, al que había decidido añadir una sección sobre ácidos nucleicos. Luego se descubría y pedía detalles de la nueva estructura que yo había mencionado a Delbrück. Al leer la carta, exhalé un profundo suspiro, pues recordé que no le había dicho nada a Delbrück sobre la doble hélice complementaria. En lugar de ello, Pauling se estaba refiriendo a la idea de los enlaces entre bases semejantes. Por suerte, para cuando mi carta llegó al Cal Tech la cuestión del emparejamiento de las bases había dado un resultado satisfactorio. En otro caso, yo me habría

visto en la terrible situación de tener que informar a Delbrück y Pauling que había escrito bajo el impulso de una idea nacida hacía solamente doce horas y que había muerto antes de que transcurrieran veinticuatro.

A finales de la semana, Todd llegó al laboratorio en visita oficial, en compañía de varios colegas más jóvenes. El rápido recorrido verbal de Francis a través de la estructura y sus implicaciones no perdía nada de su sabor, pese a haber sido efectuado varias veces al día durante la última semana. Su grado de entusiasmo se elevaba más y más, y, por lo general, siempre que Jerry o yo oíamos la voz de Francis dirigiéndose a unos nuevos rostros salíamos del despacho hasta que los nuevos conversos se habían marchado y podía reanudarse un trabajo ordenado. Con Todd era distinto, pues yo deseaba oír cómo le decía a Bragg que habíamos seguido su consejo sobre la química de la cadena azúcar-fosfato. Todd manifestó también su disconformidad con las configuraciones ceto, y dijo que sus amigos químicos orgánicos se habían inclinado por los grupos enol por razones puramente arbitrarias. Luego, después de felicitarnos a Francis y a mí por nuestro excelente trabajo químico, se marchó del laboratorio.

Al poco tiempo, me fui a Cambridge para pasar una semana en París. Varias semanas antes había concertado un viaje a París para estar con Boris y Harriett Ephrussi. Puesto que la parte principal de nuestro trabajo había terminado, no veía razón para aplazar una visita que, ahora, tenía el aliciente adicional de poder informar a los laboratorios de Ephrussi y Lwoff sobre la doble hélice. Francis, sin embargo, no veía con agrado el viaje, y me dijo que una semana era mucho tiempo para abandonar un trabajo de tanta importancia. No obstante, una llamada a la seriedad no era cosa que me complaciese, en especial cuando John acababa de enseñarnos a Francis y a mí una carta de Chargaff en la que nos mencionaba en una posdata pidiendo información sobre lo que se traían entre manos sus payasos científicos.

CAPÍTULO XXIX

Pauling recibió de Delbrück la primera noticia acerca de la doble hélice. Al final de una carta en la que yo le comunicaba a éste lo referente a las cadenas complementarias, le había pedido que no dijera nada a Linus. Abrigaba aún un ligero temor de que algo marchara mal, y no quería que Pauling fijara su atención en los pares de bases unidos por puentes de hidrógeno hasta que tuviéramos unos cuantos días más para comprobar todos nuestros datos. Mi petición, sin embargo, fue ignorada. Delbrück deseaba decírselo a todos los miembros de su laboratorio, y sabía que, si así lo hacía, a las pocas horas la noticia llegaría a oídos de los que trabajaban bajo la dirección de Linus. Además, Pauling le había hecho prometer que le comunicaría de inmediato las noticias que recibiera de mí. Por otra parte, aún más importante que todas estas consideraciones era que Delbrück detestaba toda forma de secreto en materia científica y no quería tener a Pauling en la incertidumbre por más tiempo.

La reacción de Pauling, como la de Delbrück, fue de auténtica emoción. Casi en cualquier otra circunstancia, Pauling habría luchado por defender su idea, pero los abrumadores méritos biológicos de la molécula autocomplementaria de ADN le hicieron admitir la derrota. No obstante, quería ver la evidencia radiográfica del King's antes de considerar zanjada la cuestión. Esperaba que esto fuera posible en un plazo de tres semanas, cuando acudiera a Bruselas para un congreso sobre proteínas que debía celebrarse en la segunda semana de abril.

Me enteré de que Pauling conocía la doble hélice por una carta de Delbrück que llegó poco después de mi regreso de París, el 18 de marzo. Para entonces, el hecho ya no nos importaba, pues la evidencia que favorecía a los pares de bases iba en aumento. En el

Institut Pasteur pude obtener una información decisiva. Allí me encontré con Gerry Wyatt, un bioquímico canadiense que sabía mucho acerca de las proporciones de las bases del ADN y que acababa de analizar el ADN de los fagos T2, T4 y T6. Durante los dos últimos años, se había dicho que este ADN tenía la extraña propiedad de carecer de citosina, una característica evidentemente imposible para nuestro modelo. Pero Wyatt, juntamente con Seymour Cohen y Al Hershey, había descubierto que estos fagos contenían un tipo modificado de citosina, llamado 5-hidroximetilcitosina. Y, lo que era más importante, su cantidad era igual a la cantidad total de guanina. Esto constituía un apoyo en favor de la teoría de la doble hélice, ya que la 5-hidroximetilcitosina debía tener enlaces de hidrógeno como la citosina. Además, la gran exactitud de los datos, que ilustraban mejor que ningún trabajo analítico anterior la igualdad de la adenina con la timina y de la guanina con la citosina, resultaba muy satisfactoria.

Mientras yo estuve fuera, Francis abordó la estructura de la molécula de ADN en la forma A. Trabajos previos en el laboratorio de Maurice habían demostrado que las fibras cristalinas del ADN en la forma A aumentan de longitud cuando admiten agua y pasan a la forma B. Francis suponía que la forma A, más compacta, se conseguía inclinando los pares de bases, con lo que se disminuía a unos 2,6 Å la distancia traslacional de un par de bases a lo largo del eje de la fibra. Así pues, se dispuso a construir un modelo con bases ladeadas. Aunque resultó más difícil de ajustar que el de la estructura B, más abierta, a mi regreso me esperaba un satisfactorio modelo A.

En la semana siguiente empezaron a ser distribuidos los primeros borradores de nuestro artículo para *Nature*. Dos de ellos fueron enviados a Londres para que Maurice y Rosy los comentaran. No tenían verdaderas objeciones que formular, excepto su deseo de que mencionáramos que Fraser había considerado en su laboratorio bases con enlaces de hidrógeno antes de que nosotros lo hiciéramos. Los esquemas de Fraser, hasta entonces desconocidos en detalle para nosotros, siempre se referían a grupos de tres bases, con puentes de hidrógeno en el centro, muchos de los cuales sabíamos ahora que eran de formas tautómeras erróneas. Por ello, no pareció que valiera la pena resucitar esta idea, sólo para volver a desecharla rápidamente. Sin embargo, como Maurice pareció contrariado por nuestra objeción, añadimos la referencia necesaria. Los escritos de Rosy y Maurice trataban más o menos del mismo tema, y en cada caso interpretaban sus resultados en términos de los pares de bases.

Por algún tiempo, Francis quiso añadir a nuestro comunicado ciertas consideraciones acerca de las implicaciones biológicas de nuestro trabajo. Pero, finalmente, le pareció mejor una breve observación, y compuso la frase: "No se nos escapa que el emparejamiento específico que hemos postulado sugiere de inmediato un posible mecanismo reproductor para el material genético."

Cuando el escrito tenía ya su forma casi definitiva, lo mostramos a sir Lawrence. Tras sugerir una pequeña corrección estilística, manifestó con entusiasmo su buena disposición para enviarlo a *Nature,* junto con una expresiva carta de recomendación. La solución a la estructura estaba haciendo realmente feliz a Bragg. Evidentemente, una de las razones la constituía el hecho de que el resultado saliera del Cavendish y no de Pasadena. Más importante era la maravillosa e inesperada naturaleza de la solución, y el hecho de que el método de rayos X que él había desarrollado cuarenta años antes se hallara en el centro de una profunda penetración en la misma naturaleza de la vida.

En el último fin de semana de marzo, la versión final estaba lista para ser mecanografiada. Nuestra mecanógrafa del Cavendish no se hallaba disponible, y el trabajo fue encomendado a mi hermana. No hubo problema en persuadirle para que pasara de este modo una tarde de sábado, pues le dijimos que estaba participando en el acontecimiento quizá más importante en el mundo de la biología desde la aparición de *El origen de las especies*. Francis y yo permanecimos junto a ella mientras mecanografiaba el artículo de novecientas palabras que comenzaba: "Deseamos sugerir una estructura para la sal del ácido desoxirribonucleico (ADN). Esta estructura posee nuevas características que son de considerable interés biológico." El manuscrito fue enviado al despacho de Bragg el martes, y el miércoles 2 de abril salió con destino a los editores de *Nature*.

Linus llegó a Cambridge el viernes por la noche. De camino para el congreso de Bruselas, se detuvo para ver a Peter y contemplar el modelo. Sin pensarlo demasiado, Peter arregló las cosas para que se hospedara en casa de Pop. Pronto descubrimos que habría preferido un hotel, pues la presencia de muchachas extranjeras durante el desayuno no compensaba la falta de agua caliente en su habitación. El sábado por la mañana, Peter le llevó al despacho, donde, después de saludar a Jerry y contarle las últimas noticias del Cal Tech, se dispuso a examinar el modelo. Aunque aún deseaba ver las mediciones cuantitativas del laboratorio del King's, apoyamos nuestra argumentación enseñándole una copia de la fotografía

de la forma B de Rosy. Teníamos todas las cartas en la mano, por lo que, a su juicio, debíamos poseer la solución.

Bragg llegó entonces para invitar a Linus y a Peter a comer en su casa. Aquella noche, los dos Pauling, Elizabeth y yo cenamos con los Crick en Portugal Place. Francis, quizá debido a la presencia de Linus, estuvo bastante callado y dejó que Linus conversara con mi hermana y con Odile. Aunque bebimos mucho borgoña, la conversación no llegó a animarse. Tuve la impresión de que Pauling prefería hablar conmigo, miembro aún sin pulir de la joven generación, más que con Francis. Nuestra charla no duró mucho tiempo, ya que Linus, que aún se regía por el horario de California, estaba empezando a sentirse cansado. La reunión terminó a medianoche.

A la tarde siguiente, Elizabeth y yo nos fuimos en avión a París, donde Peter debía unirse a nosotros un día después. Diez días más tarde, mi hermana iba a embarcar rumbo a los Estados Unidos de paso para el Japón, para contraer matrimonio con un americano al que había conocido en el colegio. Aquéllos eran los últimos días que pasábamos juntos, al menos en el despreocupado espíritu que había marcado nuestra huida del Medio Oeste y de la cultura americana, sobre la que tan fácil era mostrarse ambivalente. El lunes por la mañana fuimos al Faubourg St. Honoré para echar un último vistazo a su elegancia. Allí, contemplando una tienda llena de coquetones paraguas, comprendí que uno de ellos debía ser su regalo de boda, y lo compramos. Después, Elizabeth se fue a tomar el té con un amigo, mientras yo regresaba cruzando el Sena a nuestro hotel, próximo al palacio de Luxemburgo. Por la noche, celebraríamos mi cumpleaños con Peter. Pero ahora estaba solo, mirando a las chicas de largos cabellos de St. Germain des Prés y sabiendo que no eran para mí. Tenía veinticinco años y era demasiado viejo para resultar excéntrico.

EPÍLOGO

Casi todas las personas mencionadas en este libro siguen vivas e intelectualmente en activo*. Herman Kalckar ha venido a los Estados Unidos como profesor de bioquímica en la Facultad de Medicina de Harvard. John Kendrew y Max Perutz permanecen en Cambridge, donde continúan sus trabajos con rayos X sobre proteínas, por los que recibieron el premio Nobel de Química en 1962. Sir Lawrence Bragg conservó su entusiasta interés por la estructura de las proteínas cuando se trasladó a Londres, en 1954, como director de la Royal Institution. Hugh Huxley ha vuelto a Cambridge después de pasar varios años en Londres y está trabajando sobre el mecanismo de la contracción muscular. Francis Crick, tras un año en Brooklyn, regresó a Cambridge para trabajar sobre la naturaleza y funcionamiento del código genético, campo en el que ha sido la más destacada figura mundial de la última década. El trabajo de Maurice Wilkins se centró durante varios años en el ADN, hasta que él y sus colaboradores establecieron sin lugar a dudas que los rasgos esenciales de la doble hélice eran correctos. Después de realizar una importante aportación a la estructura del ácido ribonucleico, ha desviado la dirección de sus investigaciones hacia la organización y funcionamiento del sistema nervioso. Peter Pauling vive en la actualidad en Londres, enseñando química en el University College. Su padre, retirado hace poco de la enseñanza activa, concentra su actividad científica en la estructura de los núcleos atómicos y en la química teórica estructural. Mi hermana, después de varios años de estancia en Oriente, vive en Washington con su marido, que es editor, y sus tres hijos.

* El autor escribió este epílogo en 1967.

Todas estas personas podrían relatar seguramente de un modo distinto algunos sucesos y detalles de esta historia. Pero hay una infortunada excepción. En 1958, Rosalind Franklin murió a la temprana edad de treinta y siete años. Como mis impresiones iniciales de ella (tal como se plasman en las primeras páginas de este libro), tanto científicas como personales, eran frecuentemente equivocadas, quiero decir aquí algo acerca de sus realizaciones. El trabajo con rayos X efectuado por Rosalind en el King's está siendo cada vez más apreciado y se le considera extraordinario. La determinación de las formas A y B habría bastado, por sí sola, para establecer su reputación; pero mejor aún fue su demostración en 1952, utilizando los métodos de superposición de Patterson, de que los grupos fosfato debían estar en la periferia de la molécula de ADN. Más tarde, cuando pasó al laboratorio de Bernal, comenzó a trabajar sobre el virus del mosaico del tabaco y rápidamente extendió nuestras ideas cualitativas acerca de la estructura helicoidal del virus a una precisa imagen cuantitativa, estableciendo así definitivamente los parámetros helicoidales esenciales y localizando la cadena ribonucleica a mitad de distancia del eje central.

Como yo estaba de profesor en los Estados Unidos no la veía con tanta frecuencia como Francis, a quien ella acudía a menudo en busca de consejo o cuando había logrado algo importante, para cerciorarse de que él ratificaba su razonamiento. Para entonces se habían olvidado ya por completo nuestras anteriores rencillas y llegamos a apreciar mucho su honradez y generosidad personales, comprendiendo con varios años de retraso las luchas que debe arrostrar la mujer inteligente para ser aceptada en un mundo científico que, a menudo, considera a las mujeres como meras distracciones del trabajo reflexivo serio. El valor y la integridad ejemplares de Rosalind quedaron de manifiesto para todos cuando, sabiendo que estaba mortalmente enferma, continuó trabajando intensamente hasta pocas semanas antes de su muerte.







Este libro es un *best-seller* internacional que, desde su publicación en 1968, no ha cesado de reeditarse en decenas de idiomas. Una razón de su gran éxito es que en él se narran en primera persona los acontecimientos que desembocaron en uno de los descubrimientos científicos más sensacionales de todos los tiempos: la comprensión de la estructura del ácido desoxirribonucleico, la molécula de la herencia. Pero la importancia de dicho descubrimiento no explica por sí sola el éxito de *La doble hélice*. Este libro es además una genial descripción del modo en que trabajan los científicos, de sus anhelos y sus mezquindades. Es, en suma, un relato sobre una faceta de la existencia humana que interesa a todos: la naturaleza del éxito.

Además de descubrir la estructura del ADN, James Watson ha realizado muchas otras contribuciones al desarrollo de la biología molecular y ha sido director del Centro para la Investigación del Genoma Humano en EE.UU. En 1962 recibió el premio Nobel de Medicina junto con Francis Crick y Maurice Wilkins, los otros dos protagonistas de este libro.

La doble hélice

James Watson

20



James Watson

La doble hélice

Un relato autobiográfico sobre el descubrimiento del ADN

Biblioteca Científica Salvat

Este libro es un *best-seller* internacional que, desde su publicación en 1968, no ha cesado de reeditarse en decenas de idiomas. Una razón de su gran éxito es que en él se narran en primera persona los acontecimientos que desembocaron en uno de los descubrimientos científicos más sensacionales de todos los tiempos: la comprensión de la estructura del ácido desoxirribonucleico, la molécula de la herencia. Pero la importancia de dicho descubrimiento no explica por sí sola el éxito de *La doble hélice*. Este libro es además una genial descripción del modo en que trabajan los científicos, de sus anhelos y sus mezquindades. Es, en suma, un relato sobre una faceta de la existencia humana que interesa a todos: la naturaleza del éxito.

Además de descubrir la estructura del ADN, James Watson ha realizado muchas otras contribuciones al desarrollo de la biología molecular y ha sido director del Centro para la Investigación del Genoma Humano en EE.UU. En 1962 recibió el premio Nobel de Medicina junto con Francis Crick y Maurice Wilkins, los otros dos protagonistas de este libro.

La doble hélice

James Watson

20



James Watson

La doble hélice

Un relato autobiográfico sobre el descubrimiento del ADN

Biblioteca
Científica
Salvat

Este libro es un *best-seller* internacional que, desde su publicación en 1968, no ha cesado de reeditarse en decenas de idiomas. Una razón de su gran éxito es que en él se narran en primera persona los acontecimientos que desembocaron en uno de los descubrimientos científicos más sensacionales de todos los tiempos: la comprensión de la estructura del ácido desoxirribonucleico, la molécula de la herencia. Pero la importancia de dicho descubrimiento no explica por sí sola el éxito de *La doble hélice*. Este libro es además una genial descripción del modo en que trabajan los científicos, de sus anhelos y sus mezquindades. Es, en suma, un relato sobre una faceta de la existencia humana que interesa a todos: la naturaleza del éxito.

Además de descubrir la estructura del ADN, James Watson ha realizado muchas otras contribuciones al desarrollo de la biología molecular y ha sido director del Centro para la Investigación del Genoma Humano en EE.UU. En 1962 recibió el premio Nobel de Medicina junto con Francis Crick y Maurice Wilkins, los otros dos protagonistas de este libro.

La doble hélice

James Watson

20



James Watson

La doble hélice

Un relato autobiográfico sobre el descubrimiento del ADN

Biblioteca Científica Salvat

Este libro es un *best-seller* internacional que, desde su publicación en 1968, no ha cesado de reeditarse en decenas de idiomas. Una razón de su gran éxito es que en él se narran en primera persona los acontecimientos que desembocaron en uno de los descubrimientos científicos más sensacionales de todos los tiempos: la comprensión de la estructura del ácido desoxirribonucleico, la molécula de la herencia. Pero la importancia de dicho descubrimiento no explica por sí sola el éxito de *La doble hélice*. Este libro es además una genial descripción del modo en que trabajan los científicos, de sus anhelos y sus mezquindades. Es, en suma, un relato sobre una faceta de la existencia humana que interesa a todos: la naturaleza del éxito.

Además de descubrir la estructura del ADN James Watson ha realizado muchas otras contribuciones al desarrollo de la biología molecular y ha sido director del Centro para la Investigación del Genoma Humano en EE.UU. En 1962 recibió el premio Nobel de Medicina junto con Francis Crick y Maurice Wilkins, los otros dos protagonistas de este libro.

La doble hélice



James Watson

La doble hélice

Un relato autobiográfico sobre el descubrimiento del ADN

Biblioteca Científica Salvat

Este libro es un *best-seller* internacional que, desde su publicación en 1968, no ha cesado de reeditarse en decenas de idiomas. Una razón de su gran éxito es que en él se narran en primera persona los acontecimientos que desembocaron en uno de los descubrimientos científicos más sensacionales de todos los tiempos: la comprensión de la estructura del ácido desoxirribonucleico, la molécula de la herencia. Pero la importancia de dicho descubrimiento no explica por sí sola el éxito de *La doble hélice*. Este libro es además una genial descripción del modo en que trabajan los científicos, de sus anhelos y sus mezquindades. Es, en suma, un relato sobre una faceta de la existencia humana que interesa a todos: la naturaleza del éxito.

Además de descubrir la estructura del ADN, James Watson ha realizado muchas otras contribuciones al desarrollo de la biología molecular y ha sido director del Centro para la Investigación del Genoma Humano en EE.UU. En 1962 recibió el premio Nobel de Medicina junto con Francis Crick y Maurice Wilkins, los otros dos protagonistas de este libro.

La doble



James Watson

La doble hélice

Un relato autobiográfico sobre el descubrimiento del ADN

Biblioteca Científica Salvat